

Biologia

Volume 9



Sumário



Acesse o livro digital e
conheça os objetos digitais
e *slides* deste volume.

17

Vírus, Reino Monera e Reino Protocista 4

Vírus	5
Reino Monera	12
Reino Protocista	20

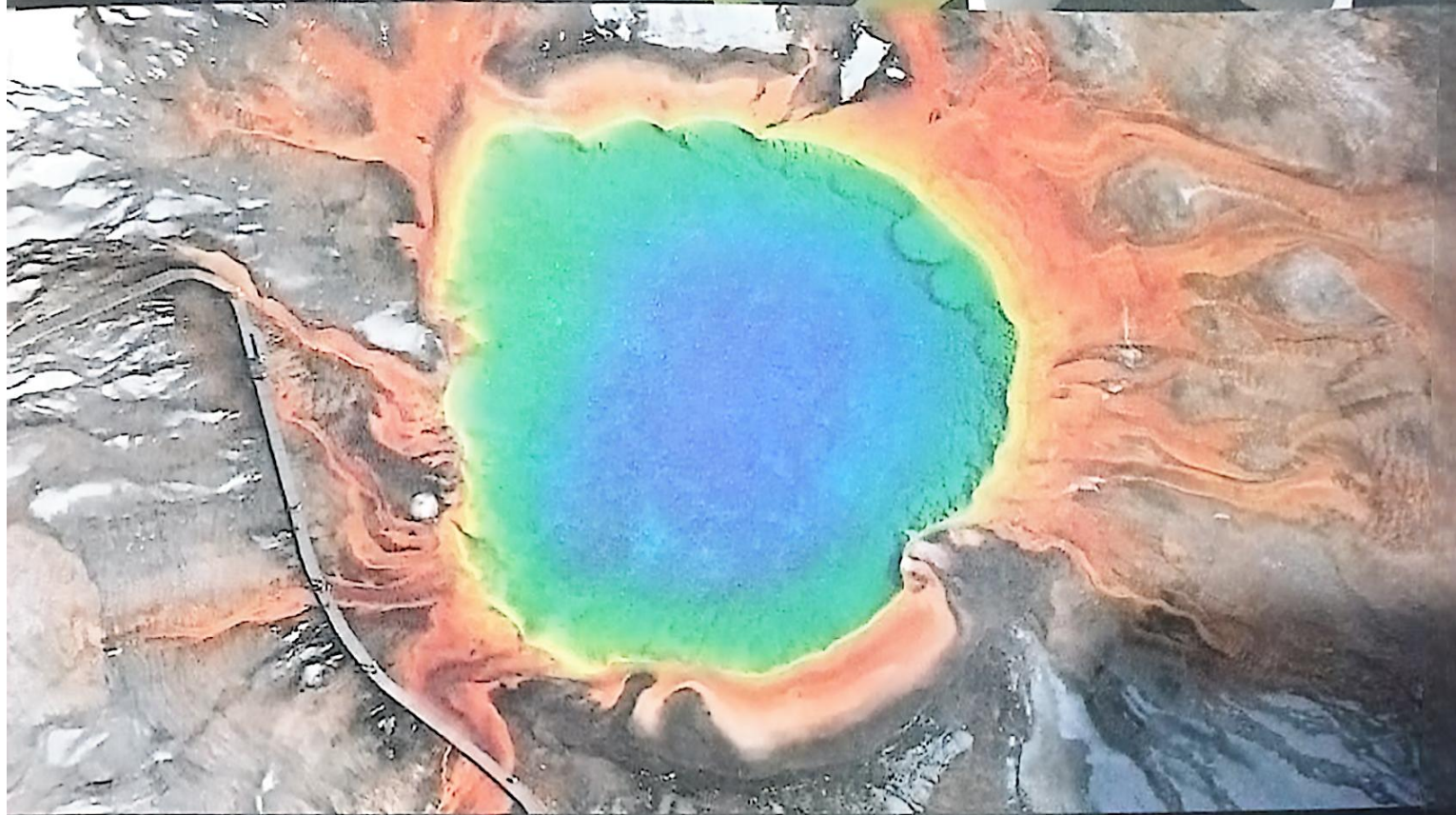
18

Reino Fungi e Reino Plantae 37

Reino Fungi	38
Reino Plantae	46

Vírus, Reino Monera e Reino Protocista

LatinStock/Corbis/Yann Arthus-Bertrand



Ponto de partida

A imagem retrata uma fonte hidrotermal localizada no Parque de Yellowstone, nos Estados Unidos. Sua diversidade de cores resulta da presença de diversos tipos de micro-organismos, que variam de acordo com as diferentes temperaturas da fonte.

1. Como é possível explicar que diferentes espécies de micro-organismos se desenvolvam em áreas distintas da fonte hidrotermal?
2. Quais características diferenciam bactérias, vírus, fungos e protozoários?
3. Que relações os seres humanos apresentam com micro-organismos como bactérias, vírus, fungos e protozoários?

Vírus

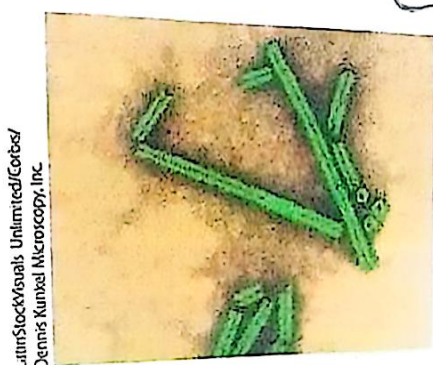
São estruturas que se mantêm inativas, como um cristal de moléculas orgânicas, quando se encontram fora das células. Por esse motivo, os vírus não são considerados seres vivos de acordo com a Teoria Celular. Entretanto, quando estão no interior de células vivas, apresentam algumas características dos seres vivos, como capacidade de replicação. Assim, os vírus multiplicam-se dentro das células de outros organismos. E por não apresentarem metabolismo próprio, sua relação com uma célula é obrigatória, ou seja, os vírus dependem das células de outros seres vivos para se multiplicarem, podendo parasitar bactérias, fungos, protozoários, plantas e animais.

A estrutura dos vírus somente começou a ser compreendida quando os **bacteriófagos** foram descobertos, independentemente, pelo inglês Frederick Twort, em 1915, e pelo canadense Félix D'Herelle, em 1917. No entanto, o estudo mais detalhado da estrutura viral ocorreu após a descoberta da microscopia eletrônica, em 1930. Como, em sua maioria, os vírus são extremamente pequenos, medindo entre 10 nm e 300 nm (cada nanômetro equivale a um milionésimo de milímetro), eles não podem ser vistos ao microscópio óptico.

Estudos científicos publicados nas últimas décadas revelam que existem vírus muito maiores que a maioria daqueles já conhecidos. Eles são chamados de vírus gigantes e, apesar de ainda serem microscópicos, vêm intrigando os cientistas desde sua descoberta. Entre tais vírus, os pandoravírus se destacam, pois, além de seu tamanho descomunal, apresentam duas vezes mais material genético que o maior vírus já descrito. Além disso, 93% dos aproximadamente 2 500 genes encontrados nesses vírus são inteiramente novos para a Biologia. Por serem tão diferentes em tamanho e composição genômica, alguns cientistas estão propondo um quarto domínio para acomodar esses vírus.

Estrutura viral

Os vírus são acelulares, ou seja, não têm célula. Além disso, apresentam uma estrutura muito simples, a qual consiste, basicamente, em uma cápsula proteica (denominada **capsídeo**) e um ácido nucleico, que forma o **genoma viral**. O conjunto de capsídeo mais ácido nucleico forma o **nucleocapsídeo**.

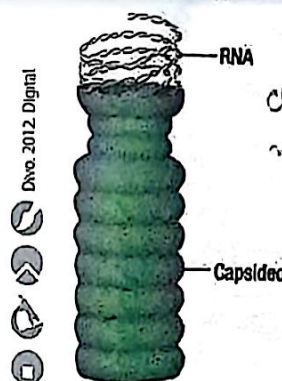


■ Vírus do mosaico do tabaco. Micrografia eletrônica de transmissão, com aumento de 49 500x, colorida artificialmente.

Objetivos da unidade:

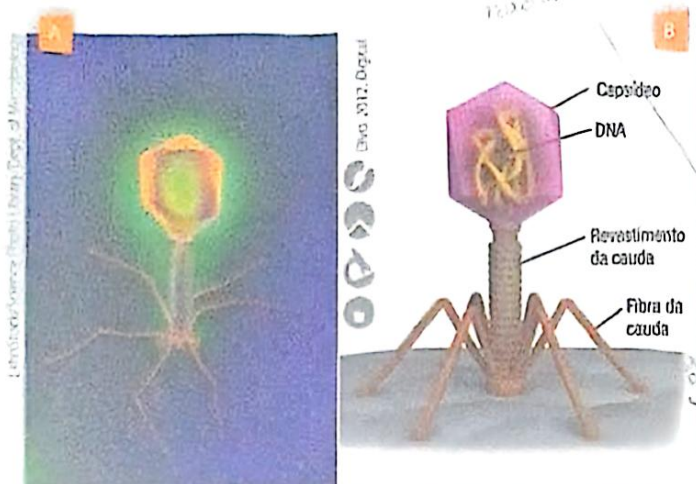
- identificar as diferenças entre os vírus e os organismos dos reinos Monera e Protocista;
- reconhecer as características que propiciam a adaptação desses micro-organismos a diferentes ambientes;
- compreender as relações e a importância dos micro-organismos para a vida no planeta Terra.

Por serem acelulares, os vírus não são classificados em nenhum dos cinco reinos em que estão agrupados os seres vivos. Por essa razão, também não são classificados nas sete categorias taxonômicas tradicionalmente utilizadas em Biologia (reino, filo, classe, ordem, família, gênero e espécie).



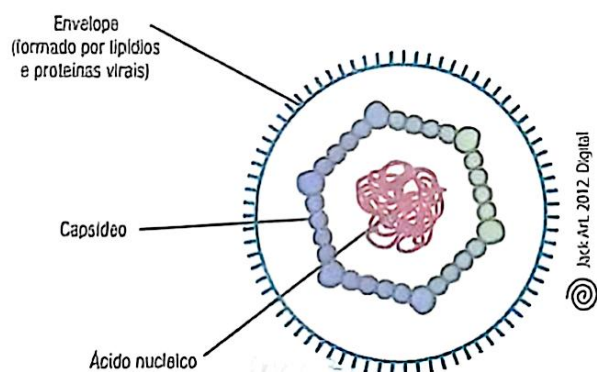
■ Representação esquemática do vírus indicando o capsídeo e o ácido nucleico.

bacteriófago: denominação dada aos vírus que infectam bactérias.



A. Vírus bacteriófago. Micrografia eletrônica de transmissão, com aumento de 110 000x, colorida artificialmente.
B. Representação esquemática detalhada da estrutura viral.

De modo geral, os vírus apresentam o genoma constituído de DNA ou RNA, porém já foram descobertos vírus, como o citomegalovírus, com ambos (DNA e RNA). Alguns vírus são formados apenas pelo nucleocapsídeo, como o do mosaico do tabaco, que parasita as folhas do fumo; outros podem ser envolvidos por lipídios, carboidratos e proteínas, formando um envoltório viral (envelope) com constituição semelhante à da membrana da célula parasitada, o que facilita a infecção do hospedeiro. Esse envoltório possibilita a identificação das células que o vírus pode parasitar, facilitando a interação com a membrana celular para que ocorra a penetração do genoma viral.



Representação esquemática de um vírus envelopado

Multiplicação dos vírus

A reprodução viral denomina-se **replicação**, pois não ocorre aumento do volume do vírus para sua posterior divisão, como acontece com os organismos celulares. Na formação de novos vírus, ocorrem a replicação (duplicação) do ácido nucleico viral e a síntese das proteínas que formam o capsídeo. Para isso, os vírus precisam invadir

células hospedeiras e utilizar os ribossomos e as enzimas dessas células para a formação de novas proteínas, que produzem cópias virais.

Quando estão fora das células, os vírus parecem pequenos cristais. Nessa forma, eles são conhecidos como **vírions**, podendo permanecer assim por muito tempo até encontrar uma célula para realizar a replicação.

Embora os mecanismos de replicação variem conforme a estrutura viral, certos princípios são semelhantes. O primeiro passo no ciclo de infecção é aquele em que o vírion adere à superfície da célula hospedeira. Em seguida, ele injeta o ácido nucleico no interior da célula, enquanto o capsídeo permanece fora.

Os vírus raramente penetram completamente nas células. Quando isso ocorre, como no caso dos vírus das gripes, os quais sofrem **endocitose**, verifica-se uma terceira etapa, denominada **desenvolvimento**. Nesse caso, o ácido nucleico pode ser liberado do capsídeo.

Um exemplo para compreender a replicação viral é o que ocorre com o vírus bacteriófago conhecido como "fago T", parasita da bactéria intestinal *Escherichia coli*. Esse vírus apresenta uma cápsula proteica com duas regiões: cabeça, com forma poligonal, que delimita o DNA viral; e cauda, que apresenta forma cilíndrica e fibras proteicas nas extremidades.

O vírus bacteriófago pode realizar dois ciclos de replicação: **lítico** e **lisogênico**. O início de ambos os ciclos é o mesmo, pois, ao entrar em contato com a bactéria, o vírion adere à parede celular bacteriana por meio de proteínas existentes nas fibras de sua cauda. Sem essa aderência, os vírus não poderiam infectar as células hospedeiras. Após a ativação das enzimas da cauda, a parede da célula bacteriana é perfurada, e o DNA do bacteriófago é injetado no citoplasma. Depois disso, os dois ciclos se diferenciam.

Ciclo lítico $\xrightarrow{\text{DNA + 1º Transcrito em RNA}} \xrightarrow{\text{Traduzido em proteínas virais}}$

Uma vez no interior da bactéria, o DNA do bacteriófago é transcrito em RNA mensageiro (mRNA) e traduzido em proteínas virais. Isso ocorre porque as enzimas de transcrição e tradução da bactéria não distinguem os genes do invasor de seus próprios genes. As primeiras proteínas virais formadas induzem a replicação do DNA viral ao mesmo tempo que interrompem a atividade metabólica bacteriana, pois o funcionamento do cromossomo bacteriano é inibido. Em poucos minutos, a bactéria está totalmente controlada pelo bacteriófago.

Em seguida, as proteínas virais constituintes das cabeças e caudas são montadas, formando vírions completos. Cerca de 30 minutos após a entrada de um único fago invasor, a célula hospedeira encontra-se repleta de partículas virais. Nesse momento, são produzidas enzimas que iniciam a **destruição** ou **lise** (do grego *lysis*, dissolução) da parede bacteriana, que se rompe e libera centenas de vírions completos. Assim, podem infectar outras bactérias, reiniciando o ciclo viral.

■ Representação esquemática do ciclo lítico de um vírus bacteriófago

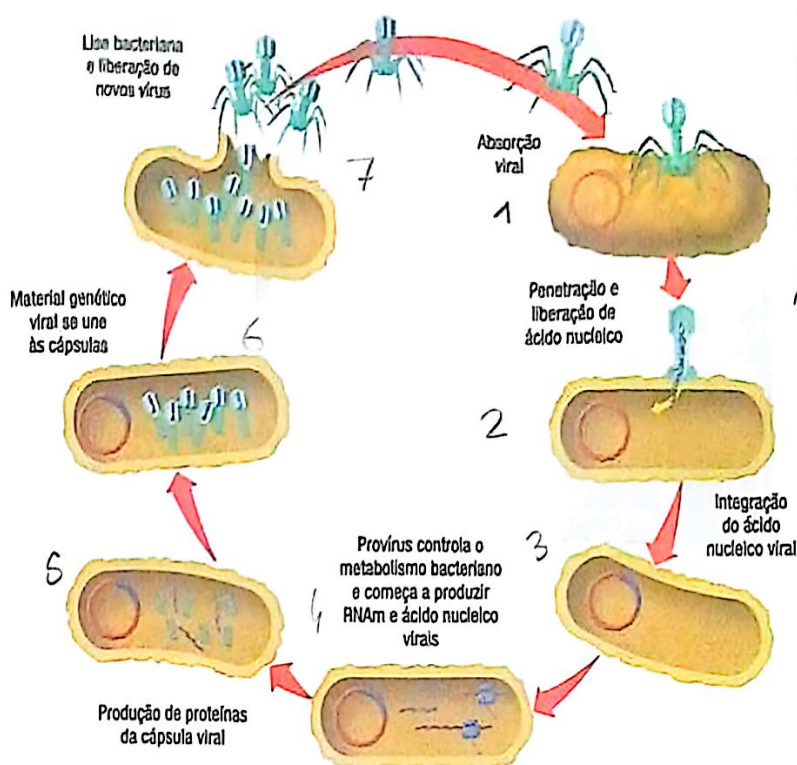


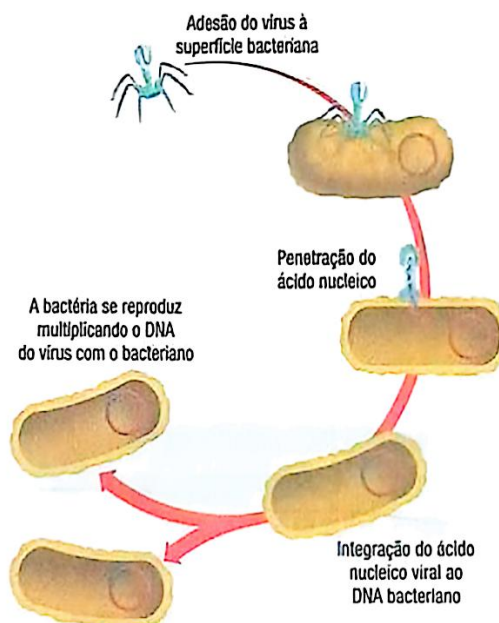
Ilustração: Editora Ágora, 2017. Digital

Ciclo lisogênico

No ciclo lisogênico (do grego *lysis*, dissolução; *gen*, gerar), o DNA viral incorpora-se ao cromossomo bacteriano sem interromper a atividade da bactéria. Desse modo, quando a **bactéria se reproduz (assexuadamente)**, ocorre a formação de **duas novas células que apresentam o DNA viral incorporado e inativo**. No entanto, esse DNA invasor pode se manifestar, separando-se do **cromossomo bacteriano e iniciando o ciclo lítico**.

O ciclo lisogênico ocorre com os vírus causadores do herpes (incluindo o citomegalovírus), da aids e da hepatite C, que podem permanecer incubados no hospedeiro em um estado de latência ou inatividade. Quando o organismo **sofre uma diminuição da imunidade ou está sob efeito de mutações provocadas por agentes químicos ou físicos (radiações)**, o material genético viral pode se tornar **ativo e se comportar como no ciclo lítico**.

Esse fato também ocorre com os vírus bacteriófagos, que **podem apresentar tanto o ciclo lisogênico quanto o lítico**.



■ Representação esquemática do ciclo lisogênico de um vírus bacteriófago

Doenças virais

A palavra vírus origina-se do latim e significa "toxina" ou "veneno", isso porque diversas doenças **infecciosas são causadas por vírus**. Tais doenças são denominadas **viroses** e podem manifestar-se de diferentes formas. Basicamente, **os vírus invadem e destroem as células do organismo em que se instalam, causando-lhe danos**. Nos seres unicelulares, como as bactérias, a infecção por vírus representa a morte do organismo, pois sua única estrutura é destruída.

Em plantas, **podem ocorrer descoloração ou aparecimento de pontos escuros** em folhas e frutos ou **interrupção do crescimento de raízes e caules**, o que se torna um problema em grandes plantações por diminuir a produção.



Maçã com alterações causadas por infecção viral

Além dos vírus, as plantas podem ser infectadas por **viroides**, que são ainda menores que os vírus e formados apenas por moléculas de DNA circulares. Os viroides afetam, principalmente, o crescimento das plantas, pois desequilibram seu metabolismo ao se replicarem usando as enzimas das células vegetais hospedeiras.

Dependendo da virulência do vírus e do tipo de células infectadas, os animais podem apresentar diferentes sintomas. Os danos causados variam de acordo com a capacidade de o tecido afetado se regenerar e combater os vírus. No caso da gripe, a recuperação é rápida pelo fato de os tecidos do sistema respiratório se regenerarem com mais facilidade. Entretanto, variações de vírus da gripe podem ser mais agressivas, aumentando a gravidade da doença.

Em virtude da facilidade de os vírus sofrerem mutações genéticas, há poucos medicamentos eficazes em seu combate. O que existe são substâncias que reduzem a replicação viral ou aliviam os sintomas.

Nos seres humanos, o principal combate aos vírus é realizado pelo sistema imunitário por meio de anticorpos, os quais podem se combinar com as substâncias que formam os vírus e, assim, destruí-los. Contudo, o sistema imunitário funciona apenas quando é provocado pela presença do vírus (quando ficamos doentes) ou por meio de uma vacina, que normalmente é o próprio vírus atenuado (enfraquecido).

No Brasil, existem vacinas contra diversas viroses, entre elas poliomielite, hepatites (A e B), sarampo, rubéola, caxumba e gripes. É importante lembrar que os antibióticos atuam somente combatendo infecções causadas por bactérias, não sendo eficientes em casos de viroses.

A transmissão viral pode ocorrer pelo ar e pelo contato direto (gotículas de saliva ou muco e sangue) ou indireto (utensílios, água, alimentos contaminados, picada de insetos ou mordida de animais).

Algumas doenças virais surgem repentinamente e exigem novas abordagens de combate por parte de cientistas e médicos, sendo chamadas de **viroses emergentes**. São exemplos o vírus HIV (causador da aids), o vírus ebola e o vírus causador da síndrome respiratória aguda severa (Sars). As viroses emergentes podem surgir por:

- mutação de um vírus, que se torna geneticamente diferente e ocasiona sintomas distintos;
- disseminação de uma virose rara, existente em uma pequena população isolada, para todo o mundo em virtude da facilidade de viagens, transfusões sanguíneas, entre outros fatores;
- disseminação de vírus presentes apenas em animais. Alguns animais podem ser reservatórios de vírus, não apresentando sintomas. Entretanto, se esses vírus entram em contato com os seres humanos, podem desencadear doenças, como no caso das gripes aviária ou suína (vírus H1N1).

Nos animais, algumas doenças causadas por **prions** atuam silenciosamente, apresentando um longo período de incubação. Os prions não são vírus, mas proteínas infecciosas que causam doenças degenerativas cerebrais. Um exemplo é a doença da vaca louca ou encefalopatia espongiforme, que afeta bovinos em diferentes partes do mundo. A transmissão dos prions possivelmente ocorre por meio da alimentação, quando o animal entra em contato com a proteína mutante, ingerindo, com a ração, proteínas cerebrais de animais doentes. Caso ocorra o consumo da carne desses animais por seres humanos, estes também desenvolverão a doença, já que o cozimento não destrói essas proteínas. Além disso, não há cura para as doenças causadas por prions.

virulência: capacidade patogênica de um micro-organismo (viral ou bacteriano), medida pela mortalidade que ele produz e/ou por seu poder de invadir tecidos do hospedeiro.

PRINCIPAIS DOENÇAS CAUSADAS POR VÍRUS EM SERES HUMANOS

Virose	Contágio	Sintomas	Profilaxia
Varicela (catapora)	Contato com saliva e objetos contaminados.	Febre alta, falta de apetite, náuseas e manchas avermelhadas na pele. A baixa imunidade pode fazer com que vírus latentes se manifestem, causando febre, dores no corpo e vermelhidão na pele.	Vacinação.
Dengue	Picada da fêmea do mosquito do gênero <i>Aedes</i> (vetor) infectada.	Febre, náuseas, vômitos, cefaleia, dores musculares e, nos casos mais graves, hemorragias.	Vacinação e evitar os focos de água parada (criadouros dos mosquitos vetores).
Chikungunya e zika	Picada da fêmea do mosquito do gênero <i>Aedes</i> (vetor) infectada.	Além de certos sintomas semelhantes aos da dengue, a chikungunya causa dores nas articulações. Já o zika vírus pode provocar alterações durante o desenvolvimento embrionário, como a microcefalia.	Combate ao mosquito vetor.
Febre amarela	Picada dos mosquitos dos gêneros <i>Aedes</i> (febre amarela urbana) ou <i>Haemagogus</i> (febre amarela silvestre) infectados.	Febre alta, cefaleia e vômitos. O vírus atinge a corrente sanguínea e chega ao fígado, aos rins ou ao baço, causando erupção na pele, náuseas e hemorragias.	Vacinação.
Gripe (influenza)	Contato com gotículas de saliva expelidas por tosse, espirro ou fala.	Disfunções respiratórias, febre alta, dores no corpo, cefaleia, náuseas e vômitos.	Vacinação contra os principais grupos de vírus.
Caxumba (parotidite)	Contato com gotículas de saliva expelidas por tosse, espirro ou fala.	Dor de cabeça, calafrios, falta de apetite, mal-estar, febre e inchaço das glândulas salivares parótidas.	Vacinação.
Sarampo	Contato com gotículas de saliva expelidas por tosse, espirro ou fala.	Febre alta, tosse seca, conjuntivite e erupções na pele.	Vacinação.
Raiva (hidrofobia)	Mordida de animais infectados (cães, morcegos).	Afeta o sistema nervoso periférico e pode atingir o sistema nervoso central.	Vacinação de cães e gatos.
Rubéola	Contato com gotículas de saliva expelidas por tosse, espirro ou fala. Também pode ser transmitida via congênita.	Manchas avermelhadas na pele, febre, mal-estar, dor muscular e articular e conjuntivite. A forma congênita pode provocar má-formação fetal, principalmente até o terceiro mês de gestação.	Vacinação.
Poliomielite	Contato com gotículas de saliva expelidas por tosse, espirro ou fala e objetos contaminados por fezes.	Afeta o sistema nervoso, causando paralisia e atrofia da musculatura das pernas (mais comum) e braços.	Vacinação.
Hepatite A	Contato com gotículas de muco ou saliva e contaminação fecal da água e de objetos de uso pessoal.	Afeta o fígado provocando mal-estar, fraqueza, náuseas, dores abdominais, urina escura e icterícia (pele amarelada).	Vacinação.

A vacinação antirrábica anual, a partir do terceiro mês de vida, de cães e gatos é a principal medida de prevenção da raiva. Em seres humanos, a profilaxia consiste na vacinação de pessoas com risco de exposição ao vírus e, após a exposição, na administração do soro antirrábico.

O vírus HIV e a aids

A aids (*acquired Immunodeficiency syndrome*), também conhecida como Sida (síndrome da imunodeficiência adquirida), é provocada por dois tipos de vírus HIV (*human immunodeficiency virus*): HIV I e HIV II, os quais apresentam diversos subtipos mutantes. Por isso, existe uma grande dificuldade na produção de vacinas.

Pelo fato de o vírus HIV estar presente no sangue, no sêmen (esperma), no fluido vaginal e na linfa, sua transmissão pode ocorrer durante relações sexuais sem proteção, transfusões sanguíneas e uso de seringas ou material cirúrgico contaminados. Quando a mãe é portadora, também pode ocorrer a transmissão do vírus durante a fase intrauterina ou a amamentação.

Para saber se um indivíduo é soropositivo, ou seja, portador do vírus, é preciso fazer o exame anti-HIV, que detecta a presença de anticorpos no sangue. No entanto, é importante destacar que a produção dos anticorpos necessários para a detecção nos exames pode demorar entre 25 e 30 dias (na maioria dos casos) após o contato com o vírus HIV. Existem casos em que a detecção ocorre em três meses. Esse período denomina-se janela imunológica e, por isso, a pessoa suspeita não pode realizar transfusão sanguínea.

O exame anti-HIV é realizado gratuitamente pelo Sistema Único de Saúde (SUS) nas unidades da rede pública e nos Centros de Testagem e Aconselhamento (CTA).

Embora possa não manifestar a doença, o portador pode transmitir o vírus. Por isso, ele deve ser orientado a fim de evitar a contaminação de outras pessoas.

Ciclo do HIV

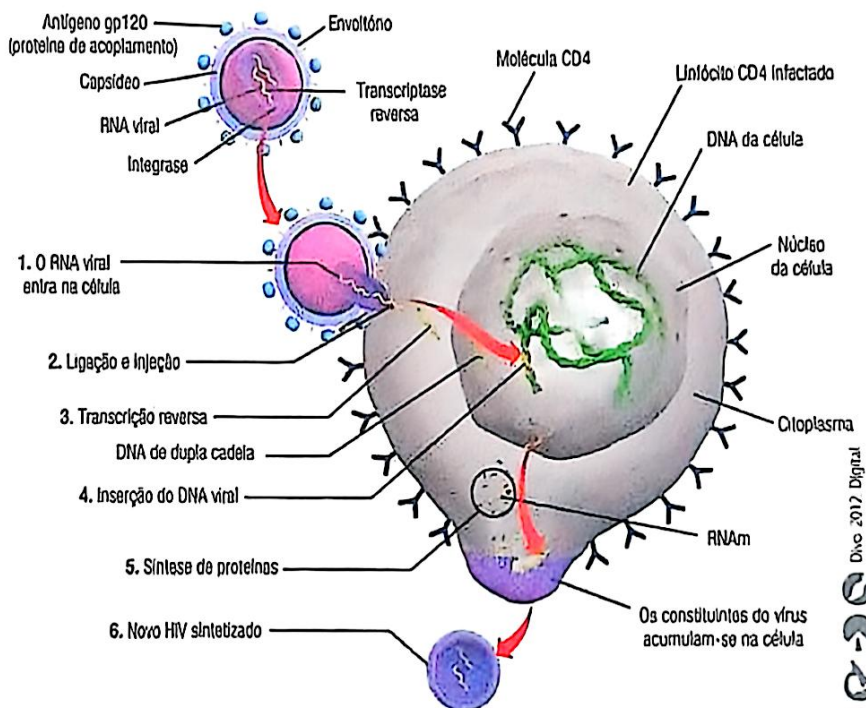
Ao infectar a célula hospedeira (linfócito T4 ou CD4), o envelope do vírus HIV liga-se à membrana celular, possibilitando a entrada do capsídeo viral no interior da célula parasitada. Dentro do citoplasma, o RNA viral é liberado com suas enzimas: transcriptase reversa e integrase. A primeira possibilita a transformação do RNA viral em DNA viral no citoplasma. Essa transcrição reversa caracteriza os **retrovírus**, como o HIV. O DNA viral passa para o núcleo e, com o auxílio da integrase, liga-se ao cromossomo do linfócito T4. Uma vez integrados ao genoma da célula hospedeira, os genes do HIV passam a comandar o processo de síntese proteica e a formação de novas moléculas de RNA.

Durante essa etapa, uma nova proteína viral é sintetizada: a **protease viral**, cuja função é unir as proteínas do capsídeo viral que estão sendo produzidas. Essas proteínas envolvem o material genético sintetizado, montando novos vírus. À medida que são liberados, esses vírus são envolvidos por uma porção de membrana da célula hospedeira, que constitui seus envelopes.

Ação do HIV no corpo humano

Após a transmissão, o vírus HIV parasita principalmente os linfócitos T4. Essas células produzem substâncias, denominadas **interleucinas**, que estimulam os linfócitos B a se transformarem em plasmócitos, os quais iniciam a produção de anticorpos (proteínas de defesa).

Como os vírus são replicados no interior dos linfócitos T4 e, conseqüentemente, essas células são destruídas, todo o processo de imunização é comprometido. Com a diminuição da produção de anticorpos, o sistema imunitário torna-se **deficiente**. Assim, vários tipos de micro-organismos patogênicos podem se instalar no organismo imunologicamente suprimido, o que possibilita o surgimento de **doenças oportunistas**, como tuberculose, candidíase, herpes simples, sarcoma de Kaposi (tipo de câncer de pele), linfadenopatias e pneumonia.



Representação esquemática do ciclo de replicação do vírus HIV em um linfócito T4

→ O enfraquecimento do sistema imunitário, possibilitando o surgimento de doenças oportunistas.

retrovírus: vírus que apresenta apenas RNA como material genético e que se reproduz realizando a transcrição de seu RNA em DNA na célula invadida pela ação da enzima transcriptase reversa

Ainda não existe cura para a aids. O tratamento dos indivíduos soropositivos é feito por meio de substâncias inibidoras das enzimas que possibilitam a replicação viral. Entre esses inibidores, existem os medicamentos AZT e 3TC, que interrompem a ação da enzima transcriptase reversa. Além desses, existem os inibidores de protease, que impedem o amadurecimento do HIV na fase final do ciclo.

Importância dos vírus → Também possuem importância ecológica.

Apesar de serem parasitas e causarem doenças em muitos seres vivos, os vírus, em virtude de suas constantes mutações e da capacidade de infectar diversos organismos, são importantes fontes de inovação genética na natureza, contribuindo para a diversidade genética dos seres vivos.

Além disso, alguns tipos de vírus desempenham importante papel ecológico em ecossistemas marinhos e de água doce. Nesses ambientes, eles destroem bactérias, liberando os compostos químicos que as formam na água, os quais servirão de nutrientes para as algas, impactando positivamente na ciclagem do carbono nos ecossistemas.

Outros tipos de vírus são muito importantes em sistemas experimentais de desenvolvimento de medicamentos, vacinas e terapias. A Genética também utiliza os vírus para transferência de fragmentos de material genético entre organismos, aproveitando sua facilidade para invadir células e utilizar seu metabolismo para se reproduzir. Assim, os vírus são usados como vetores virais sendo manipulados geneticamente para, em casos de terapia gênica, transferir genes para determinadas células.



Atividades

1. Interessado no processo de replicação viral, um microbiologista preparou um meio de cultura esterilizado e com diversos nutrientes. Ao fazer a inoculação dos vírus, verificou que não houve replicação viral no meio de cultura. Explique o motivo.

3. A imagem mostra vários vírus bacteriófagos invadindo uma bactéria da espécie *Escherichia coli*.



a) Qual ciclo de replicação está ocorrendo na imagem: lítico ou lisogênico? Justifique sua resposta.

b) Nesse caso, como a bactéria é unicelular, a invasão dos vírus a levará à morte em função da lise celular. Explique por que, no caso das viroses em seres humanos, é necessário identificar o vírus causador o mais rápido possível.

(UEPA) Leia o texto XIX para responder à questão 4.

Texto XIX

Vírus também atacam outros vírus, diz reportagem da Nature

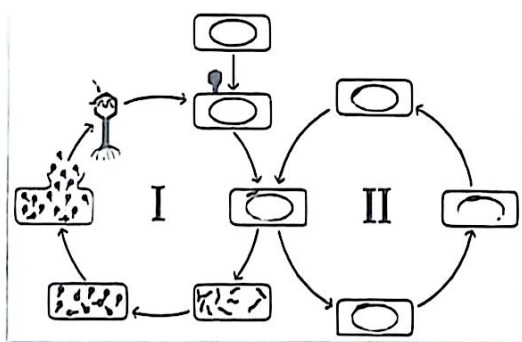
Um vírus não só pode infectar outros organismos como também outros vírus, o que permitiria a eles obter genes do vírus atacado e, desta maneira, evoluir geneticamente. Uma equipe da Universidade do Mediterrâneo, em Marselha (França), descobriu que este, até agora desconhecido tipo de vírus, a quem chamou de virófago e uma novidade científica que necessita de estudos, explica o último número da revista científica britânica *Nature*.

Adaptado de <<http://noticias.uol.com.br/ciencia/ultimas-noticias/efe/2008/08/06/virus-tambem-atacam-outros-virus-diz-reportagem-da-nature.htm>>

4. Quanto à palavra em destaque no texto XIX, é correto afirmar que:

- a) o HIV se reproduz no meio intra e extracelular.
- b) o bacteriófago é composto por uma cabeça (capsídeo) que guarda o DNA e o RNA.
- c) o HIV é um retrovírus que contém uma cadeia simples de RNA associada à transcriptase reversa.
- d) o ciclo lítico e o lisogênico do bacteriófago não alteram a estrutura celular hospedeira.
- e) após penetrar completamente na célula hospedeira, o bacteriófago libera seu material genético.

5. (UFT – TO) Avalie a figura abaixo e marque a alternativa que apresenta a sequência correta.



- 1. A figura representa os ciclos lítico e lisogênico de um vírus.
- 2. O ciclo lítico está representado em I.
- 3. No ciclo lisogênico o DNA viral é incorporado ao DNA da célula hospedeira.
- 4. O ciclo lítico não está relacionado com o rompimento da célula hospedeira.
- 5. O ciclo lisogênico sempre resulta em morte da célula hospedeira.

a) 1-V, 2-V, 3-F, 4-F, 5-V

c) 1-V, 2-V, 3-V, 4-V, 5-V

e) 1-V, 2-V, 3-V, 4-F, 5-F

b) 1-V, 2-V, 3-F, 4-F, 5-F

d) 1-V, 2-F, 3-F, 4-F, 5-V

Reino Monera

Os seres vivos que compõem o Reino Monera são unicelulares e procariontes, ou seja, seu material genético não se encontra em um núcleo individualizado no interior da célula. Além disso, não apresentam organelas membranosas (mitocôndrias, retículos, complexo golgiense, entre outras) ou citoesqueleto.

Os representantes desse reino estão divididos em dois domínios:

- **Bacteria** – engloba as bactérias e as cianobactérias, procariontes mais disseminados e presentes em praticamente todos os ambientes;
- **Archaea** – engloba os procariontes que vivem em ambientes extremos da Terra, como locais com frio intenso ou calor excessivo.

Bactérias

As bactérias são encontradas em praticamente todos os ambientes e desempenham importantes papéis nos ecossistemas para a manutenção da vida no planeta Terra. Também são encontradas em outros organismos, podendo apresentar relações neutras, benéficas ou parasíticas com eles.

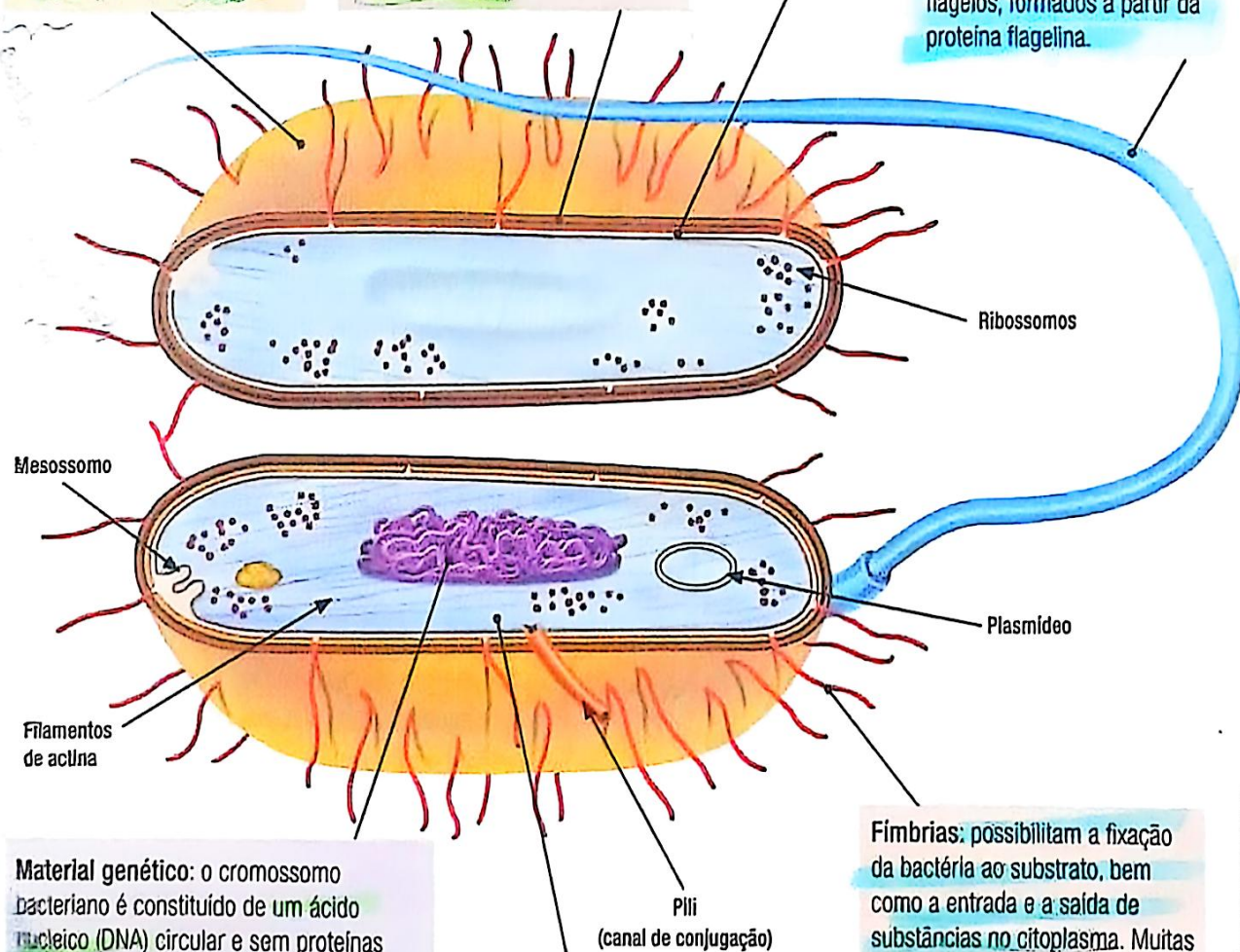
Observe, a seguir, as principais estruturas das células bacterianas.

Cápsula: algumas bactérias produzem uma substância mucilaginosa formada por lipopolissacarídeos, que se encontra fora da parede celular. A presença dessa cápsula auxilia na proteção contra o ataque de leucócitos, que realizam a fagocitose bacteriana. Além disso, as bactérias que apresentam essa estrutura são mais resistentes a antibióticos.

Parede celular: estrutura constituída por peptidoglicano, que dá forma, suporte e proteção à célula bacteriana. A presença de parede celular evita o rompimento da célula quando em meio hipotônico. No entanto, quando a bactéria se encontra em meio hipertônico, essa estrutura não impede a perda de água, o que pode causar a morte celular. Um dos modos de atuação dos antibióticos é evitar a formação da parede celular.

Membrana plasmática: assim como em outros seres vivos, a membrana celular apresenta dupla camada fosfolipídica, em que se encontram imersas proteínas. Essa membrana forma invaginações denominadas mesossomos, cuja superfície apresenta enzimas respiratórias relacionadas ao metabolismo energético bacteriano. Os mesossomos também auxiliam na divisão celular.

Flagelos: muitas bactérias realizam movimentos utilizando um ou mais flagelos, formados a partir da proteína flagelina.



Material genético: o cromossomo bacteriano é constituído de um ácido nucleico (DNA) circular e sem proteínas (histonas). Localiza-se em uma região do citoplasma não envolvida por membrana nuclear, denominada nucleóide. Além do cromossomo, muitas bactérias apresentam plasmídeos, pequenos anéis de DNA presentes no citoplasma que se replicam independentemente do DNA cromossômico.

Citoplasma: apresenta enzimas e ribossomos, mas sem organelas membranosas.

Fímbrias: possibilitam a fixação da bactéria ao substrato, bem como a entrada e a saída de substâncias no citoplasma. Muitas bactérias podem ter um tipo especial de fímbria, denominado pili (pilus) ou fímbria sexual, cuja função é reconhecer outras bactérias e transferir genes.

Representação esquemática da estrutura celular de uma bactéria em corte

Respostas para a manutenção de metabolismo na divisão celular.

Luís Moura 2012. Digital

o bacterioclorofila não ocorre a liberação de O_2
e a fonte de hidrogênio não é a água, mas outros compostos
inorgânicos, como o ácido sulfídrico (H_2S).

Nutrição bacteriana

As bactérias diferem-se quanto à obtenção da fonte primária de energia para a realização de seus processos metabólicos. Desse modo, podem ser:

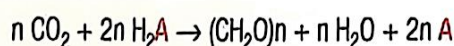
- heterotróficas, quando absorvem a matéria orgânica necessária à nutrição do ambiente, podendo obter os mais diversos tipos de nutrientes dependendo do ambiente em que se encontram;
- autotróficas, quando produzem a matéria orgânica que utilizam como alimento. Essa produção pode ocorrer por meio da fotossíntese ou da quimiossíntese.

A maioria das bactérias é heterotrófica, entre as quais muitas são classificadas como organismos **saprófagos** (do grego *saprós*, podre; *phagein*, comer), ou seja, **retiram seu alimento da matéria orgânica morta**. Elas também podem realizar o parasitismo, obtendo alimentos da **matéria orgânica do corpo de outros seres vivos**, podendo, assim, causar diversas doenças.

Algumas bactérias, como as do gênero *Thiodispirillum*, são **autótrofas e realizam a fotossíntese bacteriana**. Essas bactérias têm uma proteína, conhecida como **bacterioclorofila**, que capta a energia da luz necessária para a síntese de carboidratos. **Tal processo, no entanto, não é igual à fotossíntese realizada por cianobactérias, algas e plantas, pois, nele, não ocorre a liberação de O_2 , e a fonte de hidrogênio não é a água, mas outros compostos inorgânicos, como o ácido sulfídrico (H_2S)**. É realizado por bactérias sulfurosas ou sulfobactérias, que podem ser encontradas em locais com pouco ou sem O_2 , como em lodo de rios e lagos.

Observe, de maneira comparada, as equações da fotossíntese, em que a letra A representa o enxofre (S) ou o oxigênio (O).

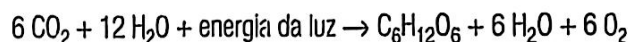
Equação geral da fotossíntese:



Equação da fotossíntese em sulfobactérias:



Equação da fotossíntese em cianobactérias, algas e plantas clorofiladas:



O processo de quimiossíntese é realizado por algumas bactérias que conseguem **produzir matéria orgânica** (carboidratos) na ausência de luz, já que **não apresentam clorofila para realizar fotossíntese**. Assim, elas obtêm energia química por meio da oxidação de substâncias inorgânicas. Esse processo é realizado em duas etapas: a primeira consiste na obtenção da energia de oxidação; e a segunda, na utilização dessa energia para a produção dos carboidratos.

1ª etapa: composto inorgânico reduzido + $O_2 \rightarrow$ composto inorgânico oxidado + energia

2ª etapa: $CO_2 + H_2O \rightarrow$ carboidratos

Respiração bacteriana

Toda célula precisa obter energia para se manter viva. O tipo de processo **energético** realizado pelas bactérias depende **das enzimas presentes em seus mesossomos, local em que ocorre o metabolismo energético nesses organismos**. Assim, elas podem realizar três processos para a liberação de energia: **respiração aeróbia, respiração anaeróbia e fermentação**.

A maioria das bactérias utiliza o gás oxigênio do ambiente para a realização da respiração celular, podendo ser aeróbias, anaeróbias obrigatórias ou estritas e anaeróbias facultativas.

Aeróbias: utilizam O_2 no metabolismo, obtendo energia da respiração aeróbia. Assim, **não conseguem sobreviver na ausência do oxigênio molecular**. Exemplos: *Bacillus anthracis*, bactéria causadora do antraz, e *Micrococcus luteus*, encontrada na pele e na poeira.

Anaeróbias obrigatórias ou estritas: não sobrevivem na presença de O_2 . Exemplos: *Clostridium tetani*, causadora do tétano, e *Methanobacterium formicicum*, encontrada em esgotos.

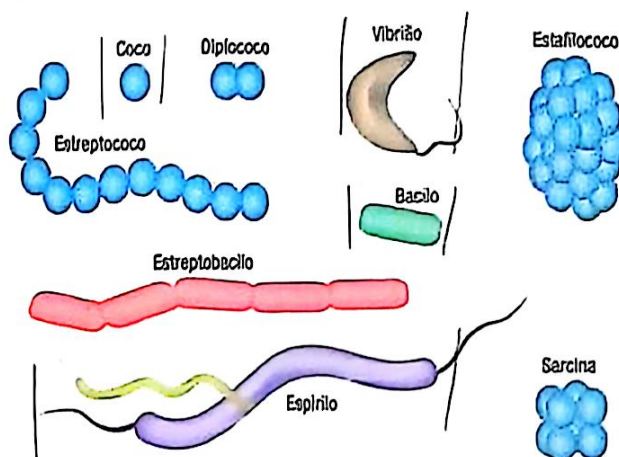
Anaeróbias facultativas: quando existe O_2 no ambiente, essas bactérias podem utilizá-lo, mas, em sua ausência, realizam o processo de fermentação. Exemplo: *Escherichia coli*, bactéria intestinal

Classificação das bactérias

O Domínio Bacteria apresenta a maior diversidade de organismos, existindo grupos com as mais variadas características e diferentes modos de nutrição e metabolismo. Assim, as bactérias podem ser classificadas de acordo com sua forma, podendo viver isoladamente ou formar agregados, denominados colônias.

As formas mais comuns e suas denominações são:

- **coco** – forma esférica, podendo se agrupar formando diferentes colônias (exemplos: diplococos, estreptococos, estafilococos e sarcina);
- **bacilo** – forma de pequeno bastonete que pode se agrupar formando colônias, como os diplobacilos e os estreptobacilos;
- **espirilo** – apresenta a forma de espiral e não forma colônias;
- **vibrião** – apresenta a forma de vírgula e não forma colônias.



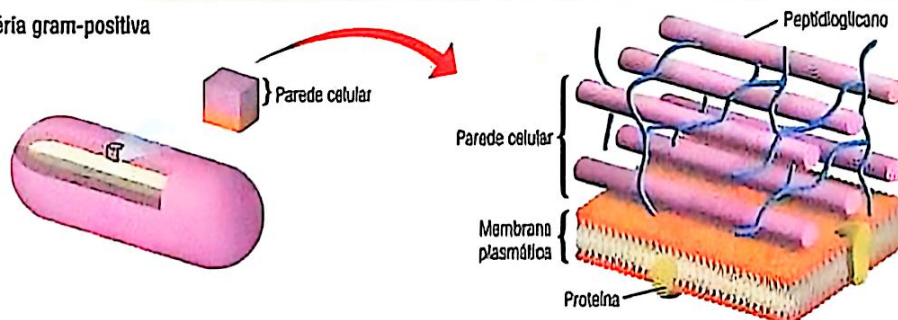
Representação esquemática dos diferentes tipos de bactérias de acordo com seu formato e agrupamento

é mais resistente a antibióticos por causa da parede celular

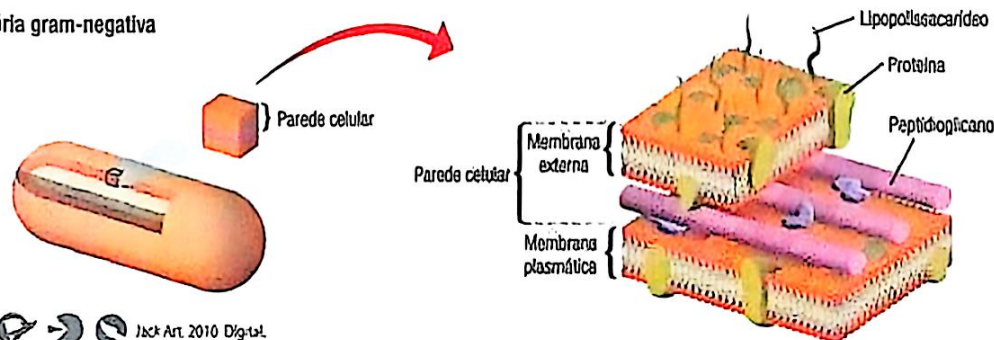
De acordo com a composição da parede celular, evidenciada pela coloração desenvolvida por Hans Christian Gram, as bactérias são classificadas em dois grupos: **gram-negativas**, que têm menos peptidoglicanos na parede celular, mas apresentam estrutura mais complexa, constituída por lipopolissacarídeos; e **gram-positivas**, que têm paredes celulares mais simples, porém apresentam grande quantidade de peptidoglicanos.

A identificação da composição da parede celular das bactérias, além de auxiliar em sua classificação, é um recurso importante para a Medicina. As bactérias gram-positivas são mais sensíveis à penicilina, pois esse antibiótico atua sobre os peptidoglicanos, mais abundantes nessas bactérias. Já as gram-negativas praticamente não sofrem a ação da penicilina, e os lipopolissacarídeos de sua membrana são tóxicos ao corpo humano, ocasionando sintomas mais graves e exigindo um tratamento mais rápido.

Bactéria gram-positiva



Bactéria gram-negativa



Representação esquemática da estrutura das paredes celulares de bactérias gram-positivas e gram-negativas

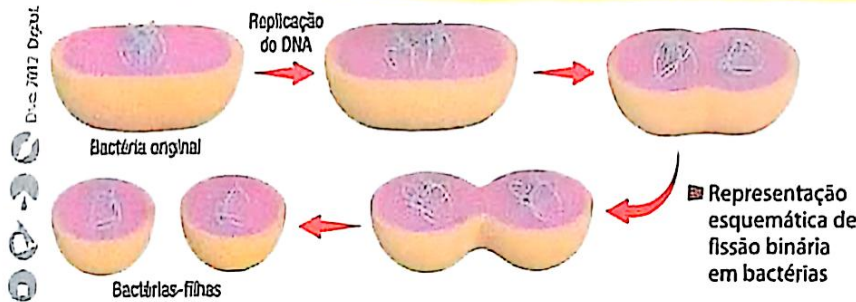
Reprodução bacteriana

Pode ocorrer rapidamente em ambientes favoráveis, com disponibilidade de alimento, calor e umidade, por exemplo. Entretanto, as bactérias também podem driblar condições ambientais desfavoráveis para se reproduzirem, apresentando, para isso, diferentes tipos de reprodução.

Dependendo das condições do ambiente, uma mesma espécie de bactéria pode realizar reprodução assexuada ou processos de recombinação gênica para a reprodução.

As bactérias podem realizar reprodução assexuada por meio de um processo conhecido por cissiparidade, bipartição ou fissão binária. Esse mecanismo representa uma forma rápida e eficiente de reprodução, na qual, em poucas horas, a partir de uma única bactéria, há centenas de outras. Nesse processo, o cromossomo da bactéria é replicado (duplicado) e, em seguida, a célula se divide ao meio, originando células-filhas. No entanto, o fator limitante da reprodução é a oferta de nutrientes no ambiente em que se encontram. Assim, quando os nutrientes acabam, a reprodução cessa.

Esse tipo de reprodução ocorre sem a participação de gametas, gerando, na maioria das vezes, células idênticas. Desse modo, pode-se dizer que clones naturais bacterianos são formados por bactérias geneticamente iguais.



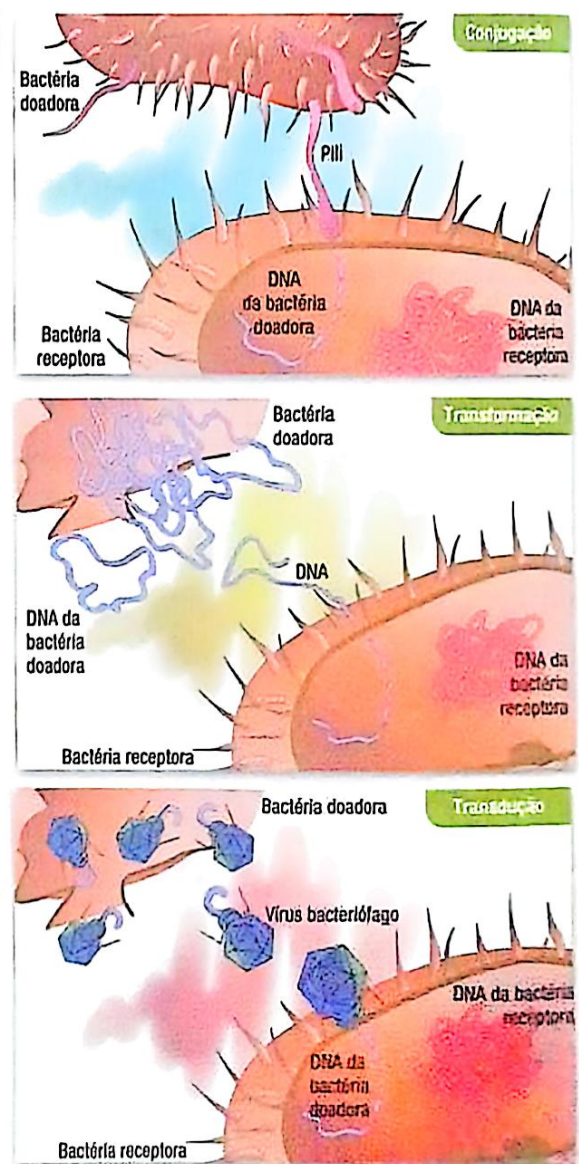
Quando alguma substância essencial à sobrevivência das bactérias acaba no meio em que estão, algumas delas podem formar estruturas de resistência denominadas **endósporos**, ou seja, produzem uma cópia de seu material genético e a envolvem em uma parede resistente. Assim que as condições melhoram, o endósporo dá origem a uma nova célula bacteriana, que reinicia seu desenvolvimento.

As bactérias não se reproduzem sexualmente, mas podem apresentar **recombinação gênica**, mecanismo que possibilita a troca de material genético, garantindo aumento da variabilidade genética. A recombinação gênica pode ocorrer de três formas: por **conjugação**, **transdução** ou **transformação**.

Na **conjugação**, duas bactérias unem-se temporariamente por meio de uma ponte citoplasmática e uma delas doa parte de seu material genético à outra. Em uma das células (doadora) ocorre a replicação de parte do cromossomo que passa pelo canal de conjugação (fímbria sexual ou pili) para a outra célula (receptora), unindo-se a seu cromossomo. Essa bactéria passa a apresentar **constituição genética recombinante** e, em seguida, realiza **fissão binária**, dando origem a outras células recombinantes iguais a ela.

Na **transformação**, uma bactéria absorve moléculas de DNA, provenientes de outras bactérias mortas, dispersas no ambiente.

Na **transdução**, vírus ou plasmídeos podem facilitar a passagem de segmentos de DNA entre bactérias vivas. Atualmente, os cientistas têm utilizado a transdução como uma técnica de Engenharia Genética para introduzir genes de diferentes espécies em células bacterianas, criando bactérias recombinantes.



Representações esquemáticas das diferentes formas de recombinação gênica em bactérias

Nas cianobactérias, a reprodução ocorre principalmente por fissão binária. No entanto, as formas coloniais podem fragmentar o talo, que apresenta várias células denominadas **hormogônios**. Após a fragmentação, formam-se novas colônias. Em condições inadequadas de sobrevivência, as cianobactérias formam esporos, denominados **acinetos**.

A recombinação gênica das cianobactérias é pouco conhecida, pois o processo de conjugação só foi observado em condições laboratoriais. Algumas espécies apresentam heterocistos, células especializadas que realizam a **fixação do nitrogênio atmosférico**, matéria-prima para a formação de suas proteínas, o que contribui para sua sobrevivência em ambientes desfavoráveis.

Doenças bacterianas

Algumas bactérias podem ser bastante nocivas ao organismo, causando infecções e doenças graves, que podem ser transmitidas por contato com gotículas de saliva e objetos contaminados. Normalmente, a transmissão dessas doenças está associada à falta de higiene e saneamento nas cidades. Assim, lavar as mãos antes das refeições e após chegar em casa, higienizar frutas e verduras antes de consumi-las e lavar ferimentos com água e sabão são atitudes importantes para evitar infecções bacterianas.

Após a infecção no organismo, muitas das bactérias patogênicas podem ser combatidas com o uso de **antibióticos**, especialmente quando a ação do sistema imunitário (de defesa) é baixa.

Tipos de doenças bacterianas podendo ocorrer: pulmonares, intestinais, meningite, etc. - alimentos e água contaminados - frutas e verduras - higiene pessoal, limpeza do ambiente -

BACTERIOSES QUE ACOMETEM O SER HUMANO			
Doença	Agente causador	Contágio e sintomas	Profilaxia
Tuberculose	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	O contágio ocorre por inalação de ar contaminado (gotículas expelidas pela tosse de um doente). Em geral, afeta os pulmões, podendo atacar ossos, rins e meninges.	Ocorre por meio da vacina BCG.
Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>	O contágio ocorre por ingestão de água e alimentos contaminados. Causa grave infecção intestinal, o que provoca intensa desidratação, podendo levar à morte.	Consiste na higienização pessoal e dos alimentos, especialmente frutas e verduras.
Tétano	<i>Clostridium tetani</i>	Contaminação acidental por ferimentos profundos. A bactéria é estritamente anaeróbia e libera uma neurotoxina que produz espasmos musculares e pode provocar a morte.	Sua prevenção se dá por meio de vacinação.
Leptospirose	<i>Leptospira interrogans</i>	Em razão de a bactéria estar presente na urina de ratos infectados, prolifera-se nas águas de enchentes. É uma doença infecciosa febril e aguda que pode levar à morte se não for tratada rapidamente.	Consiste em evitar contato com a água de alagamentos e enchentes.
Botulismo	<i>Clostridium botulinum</i>	Intoxicação alimentar causada por uma neurotoxina produzida pela bactéria. Provoca paralisia muscular, podendo impedir o movimento do diafragma e provocar a morte por asfixia.	Evitar o consumo de alimentos enlatados ou em vidros que apresentem alguma irregularidade na embalagem (ferrugem, amassado) e ferver esse tipo de alimento antes de consumi-lo.

emagrecimento devido a espasmos musculares e falta de comida

Conexões

Superbactérias: o problema mundial da resistência a antibióticos

[...] O termo superbactérias, muito usado atualmente, refere-se a bactérias que acumularam vários genes determinantes de resistência, a ponto de se tornarem refratárias a, praticamente, todos os antimicrobianos utilizados nos tratamentos médicos, deixando clínicos e cirurgiões sem muitas opções para combater as infecções. Sem dúvida, um dos mais importantes fatores envolvidos na proliferação de superbactérias é a ampla utilização de antibióticos no ambiente hospitalar, na população extra-hospitalar (comunitária) e na agropecuária.

[...] O sucesso das superbactérias parece depender de três fatores principais: a presença de elementos genéticos móveis, permitindo a transmissão de genes de resistência de uma bactéria a outra [...]; a intensa utilização de antimicrobianos, levando à proliferação desses micro-organismos resistentes; e a rapidez com que as pessoas viajam de um país para outro, disseminando tais bactérias entre indivíduos de regiões geográficas distintas. Sem dúvida, a questão da múltipla resistência aos antibióticos tornou-se uma crise sanitária global. [...]

FERREIRA, Fabienne Antunes; CRUZ, Raquel Souza; FIGUEIREDO, Agnes Marie Sá. Superbactérias: o problema mundial da resistência a antibióticos. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, v. 48, n. 287, p. 22-27, nov. 2011.

Armas biológicas

De modo geral, essas armas são vírus, bactérias ou fungos (ou suas toxinas) extremamente nocivos aos seres humanos, assim como a outras formas de vida.

Entre o atual arsenal do terrorismo biológico, alguns dos mais temidos são antraz, botulismo, varíola, ebola e peste bubônica. Os agentes causadores dessas patologias podem ser facilmente transportados e inoculados em áreas de grande aglomeração de pessoas.

Além disso, esses micro-organismos podem ser manipulados geneticamente e transformados em agentes resistentes a todos os mecanismos de defesa existentes na atualidade, como os antimicrobianos, os antivirais e as vacinas. Por esse motivo, muitos países já se prepararam para eventuais ataques bioterroristas, usando, para isso, sistemas de identificação e isolamento de agentes patogênicos utilizados como armas biológicas.

Importância das bactérias

As bactérias, assim como os fungos, têm uma importante função ecológica. Por meio da decomposição de matéria orgânica realizada por elas, os nutrientes e os compostos (como nitrogênio, carbono e oxigênio) são reciclados nos ecossistemas, ficando novamente disponíveis para serem utilizados.

Elas também participam dos ciclos da matéria, atuando na fixação do nitrogênio atmosférico e na transformação desse elemento químico para que as plantas possam utilizá-lo e repassá-lo a outros organismos. Além disso, muitas bactérias que realizam fermentação, como as dos gêneros *Lactobacillus* e *Streptococcus*, são amplamente empregadas na produção de queijos, iogurtes, leites fermentados, etc.

Determinadas bactérias podem ser utilizadas ainda em processos de biorremediação, que consiste basicamente em empregar organismos como bactérias, plantas e fungos

para absorver substâncias tóxicas do ambiente, como petróleo ou esgoto. Após absorverem as substâncias tóxicas, esses organismos as utilizam em seu metabolismo, devolvendo-as ao ambiente com uma composição diferente (não poluente).

As cianobactérias, organismos autótrofos que realizam fotossíntese, são os únicos procariontes que produzem oxigênio nesse processo metabólico, sendo muito importantes como base das cadeias alimentares aquáticas. Além disso, podem realizar a fixação de nitrogênio nos ecossistemas.

As cianobactérias são maiores que a maioria dos procariontes e realizam fotossíntese com o auxílio de pigmentos fotossintéticos variados, como clorofila a e carotenoides. Suas células apresentam lamelas internas, onde se localizam os pigmentos e as enzimas fotossintéticas. Tais estruturas são precursoras dos tilacoides, membranas fotossintetizantes dos cloroplastos.

Em geral, as cianobactérias vivem livremente, mas podem ocorrer em colônias filamentosas ou estabelecer relações mutualísticas com outros organismos, como na formação de líquens com os fungos. A maioria habita ambientes de água doce, porém também são encontradas em água salgada ou salobra, no solo úmido, sobre casca de árvores, em rochas ou em fontes termais com temperaturas superiores a 80 °C. As cianobactérias apresentam grande capacidade de adaptação e podem sobreviver em ambientes inóspitos.

Arqueas

O Domínio Archaea, outro grupo de seres vivos do Reino Monera, compreende micro-organismos que compartilham características das bactérias e algumas características dos eucariontes. Alguns deles vivem em ambientes não extremos nas profundezas dos oceanos.

mutualístico: relativo às relações simbióticas de benefício mútuo com caráter de dependência vital, ou seja, se não ocorrer a relação, os seres envolvidos morrem.

Entretanto, a maioria de seus representantes, denominados arqueas, habita locais com grande concentração de sal, calor ou frio extremo, disponibilidade limitada de água, presença de substâncias tóxicas, acidez, entre outros. A capacidade de adaptação desses organismos unicelulares possibilita que sobrevivam nesses ambientes

Por se desenvolverem em locais com condições ambientais extremas, são chamados de extremófilos. Um exemplo são as arqueas do gênero *Methanococcus voltae*, que se desenvolvem em ambientes com ausência de oxigênio e que, a partir do gás carbônico, entre outras substâncias, são capazes de produzir gás metano (CH_4), sendo denominadas metanogênicas. Por isso, podem ser utilizadas em estações de tratamento de esgoto, e o metano produzido por elas pode ser utilizado como biogás, gerando energia.

Outro exemplo é a arquea *Sulfolobus acidicaldarius*, chamada de termófila extrema por habitar locais com temperaturas de até 90°C , como fontes vulcânicas.

O estudo das arqueas é importante porque, por meio desses micro-organismos, é possível entender melhor os mecanismos de adaptação dos seres vivos. Além disso, podem ser utilizadas para metabolizar dejetos, como no caso das arqueas metanogênicas.

Organize as ideias

- Após a identificação das características de bactérias, arqueas e cianobactérias, observe novamente a imagem e o texto da seção Ponto de partida e responda: Considerando as condições ambientais da fonte hidrotermal, quais desses representantes do Reino Monera podem ser identificados como responsáveis pelas diferentes colorações da água?

Atividades

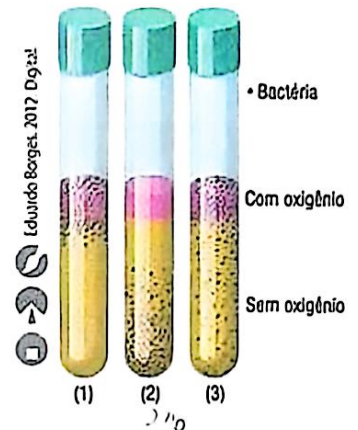
- Em relação à estrutura das células das bactérias, marque V para as afirmativas verdadeiras e F para as falsas.
 - (V) As bactérias que apresentam cápsula de lipopolissacarídeos são mais resistentes à ação de antibióticos.
 - (V) Os mesossomos são invaginações da membrana plasmática e estão relacionados com o metabolismo energético das bactérias.
 - (F) A parede celular constitui um suporte para a célula bacteriana, porém se rompe quando a bactéria se encontra em meio hipotônico.
 - (F) As bactérias são procariontes e apresentam mesossomos e algumas organelas membranosas.
 - (V) Os flagelos estão presentes em algumas bactérias e são formados a partir da proteína flagelina.
- (UFMS) As bactérias apresentam grande diversidade de estratégias nutricionais. Com relação à nutrição desses organismos, é correto afirmar que
 - as sulfobactérias realizam um tipo de fotossíntese em que a substância doadora de hidrogênio não é a água, mas os compostos de enxofre (e.g. H_2S); são aeróbicas obrigatórias, pois têm um tipo de clorofila especial cuja produção é inibida pelo gás oxigênio.
 - as bactérias do gênero *Thiobacillus* obtêm, através da oxidação de compostos de enxofre, a energia para sintetizar substâncias orgânicas, um exemplo característico de forma bacteriana quimioautotrófica.
 - as cianobactérias (fotoautotróficas), além das clorofilas a e b que ocorrem nas algas verdes, apresentam as ficobilinas azul e vermelha, pigmentos responsáveis pelas diversas colorações que estas bactérias apresentam.
 - as espécies de bactérias são, na maioria, fotoautotróficas com clorofilas dos tipos a e b, o que faz com que sejam responsáveis por cerca de metade de toda a fotossíntese realizada no planeta.
 - as bactérias fixadoras de nitrogênio absorvem o gás nitrogênio (N_2) do ar atmosférico e com ele produzem compostos nitrogenados.
 - espécies parasitas de nutrição heterotrófica obtêm alimento a partir da matéria orgânica de organismos mortos, desempenhando um importante papel de decompositoras e evitando que cadáveres e resíduos orgânicos se acumulem no ambiente.

3. Quando se avalia a biodiversidade em um ecossistema, muitas vezes se esquece de citar os micro-organismos. Entretanto, se eles fossem retirados do ambiente, isso comprometeria a sobrevivência de todos os outros seres vivos. Escreva dois exemplos de funções ecológicas desempenhadas por bactérias e cianobactérias para a manutenção dos ecossistemas.

Exemplos:
 1. Bactérias decompositoras: ajudam na reciclagem de nutrientes.
 2. Cianobactérias: produzem oxigênio através da fotossíntese.

4. Analise os tubos de ensaio ao lado e identifique qual deles contém bactérias aeróbias, anaeróbias e anaeróbias facultativas. Justifique suas escolhas.

Resposta:
 1. Bactérias aeróbias: crescimento na superfície.
 2. Bactérias anaeróbias: crescimento no fundo.
 3. Bactérias anaeróbias facultativas: crescimento em toda a profundidade.



5. (UNEB – BA) Considerando a capacidade cada vez mais ampla de as bactérias desenvolverem resistência aos medicamentos, é correto afirmar.
- (01) As infecções causadas pelas bactérias se tornam cada vez mais agressivas devido às modificações genéticas causadas pelos tipos de medicamentos atualmente utilizados.
 - (02) Bactérias que naturalmente apresentam resistência ao ambiente são modificadas geneticamente pelos medicamentos, aumentando assim a sua capacidade de sobrevivência.
 - (03) A variabilidade genética presente no grupo de bactérias favorece o aumento do seu potencial adaptativo, permitindo que as cepas, naturalmente resistentes, possam sobreviver à utilização de medicamentos.
 - (04) Os medicamentos induzem alterações mutacionais em grupos de bactérias, que passam a ser progressivamente insensíveis ao tratamento médico.
 - (05) As superbactérias são resultado da ação da seleção natural sobre os tipos de medicamentos utilizados nas infecções hospitalares.

Reino Protista

Os organismos classificados nesse reino são seres eucariontes que apresentam grande diversidade estrutural e funcional, podendo ser unicelulares, multicelulares, autótrofos ou heterótrofos. As formas de reprodução e os ciclos de vida também são bastante variados.

O Reino Protista engloba protozoários e algas e, filogeneticamente, é denominado polifilético, pois apresenta várias origens, e não apenas um único ancestral.

Anteriormente, o Reino Protista era denominado Reino Protista, porém, em virtude do estudo molecular do material genético dos organismos, ocorreram avanços em relação a sua classificação. Com isso, o termo protista não contemplaria as algas multicelulares, que também fazem parte desse reino. Assim, este passou a ser chamado de Protocista.

Protozoários

Os protozoários (do grego *proto*, primeiro; *zoon*, animal) são organismos **unicelulares com nutrição totalmente heterotrófica**. A maioria tem vida livre, existindo também algumas espécies fixas ao substrato.

Habitam principalmente os **ambientes aquáticos**, mas são encontrados nos **maís variados locais**. Algumas espécies são **parasitas humanos**, causando doenças como **malária, amebíase, giardíase, doença de Chagas, leishmaniose e tricomoniase**; outras mantêm relações harmoniosas com diferentes hospedeiros invertebrados e vertebrados, **trocando favores mútuos**.

Em virtude do hábito de se alimentarem de bactérias e sólidos em suspensão, certas espécies de protozoários ciliados (como o *Frontonia leucas*) atuam na **depuração da água, produzindo um efluente clarificado e auxiliando, assim, na manutenção da qualidade dos ambientes aquáticos**. Por esse motivo, são considerados **importantes componentes dos ecossistemas**.

Fisiologia dos protozoários

Os protozoários têm uma membrana plasmática semelhante às membranas celulares de outros seres vivos. O **citoplasma de muitos deles**, como o das amebas, apresenta duas regiões distintas: a **mais externa e consistente** denomina-se **ectoplasma**, e a **mais interna e fluida**, **endoplasma**. No citoplasma, existem as **diversas organelas que atuam nas funções metabólicas desses organismos**.

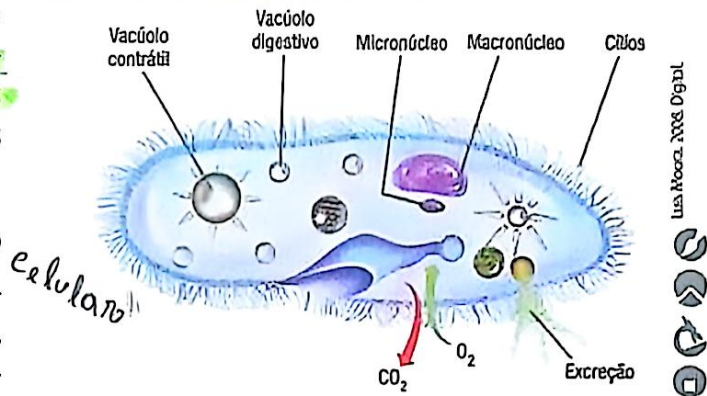
De modo geral, são seres uninucleados, porém os ciliados apresentam dois ou vários núcleos. Quando há mais de um núcleo, eles se diferenciam no tamanho e na função. Nesse caso, o **macronúcleo executa as funções relacionadas ao metabolismo** e o **micronúcleo exerce a função reprodutiva**.

A **nutrição de determinados protozoários**, a exemplo das amebas, ocorre por meio do englobamento (**fagocitose**) de partículas nutritivas existentes no ambiente ou pela **predação de micro-organismos**, inclusive de outros protozoários. Após a entrada do alimento, forma-se um **vacúolo digestivo** (alimentar), que realiza o processo de **digestão intracelular**. Os **resíduos são eliminados da célula por exocitose**.

A **atividade metabólica dos protozoários produz substâncias tóxicas**, havendo a necessidade da **difusão desse material para o exterior da célula**. Essa eliminação constitui o processo de **excreção**, que também pode ser

realizado por meio do **vacúolo pulsátil ou contrátil**. Essa organela está presente nos protozoários de água doce e, além da função excretora, possibilita o **equilíbrio osmótico da célula**. Como a **água doce constitui um ambiente hipotônico** para esses organismos, a água penetra continuamente em seu interior por **osmose**. Para evitar que o protozoário inche e estoure, o **vacúolo contrátil bombeia o excedente de água para fora da célula**.

A **respiração dos protozoários normalmente é aeróbia**, ocorrendo difusão direta dos gases em toda a superfície celular. Entretanto, **alguns protozoários podem ser anaeróbios**, como os que habitam o intestino de vertebrados e os que realizam a **decomposição de matéria orgânica nos ambientes aquáticos**.



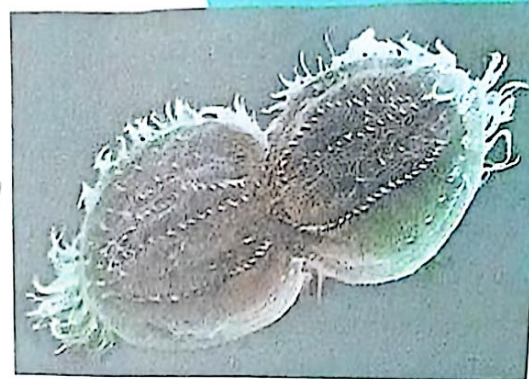
Representação esquemática da estrutura interna do protozoário *Paramecium* sp.

Reprodução dos protozoários

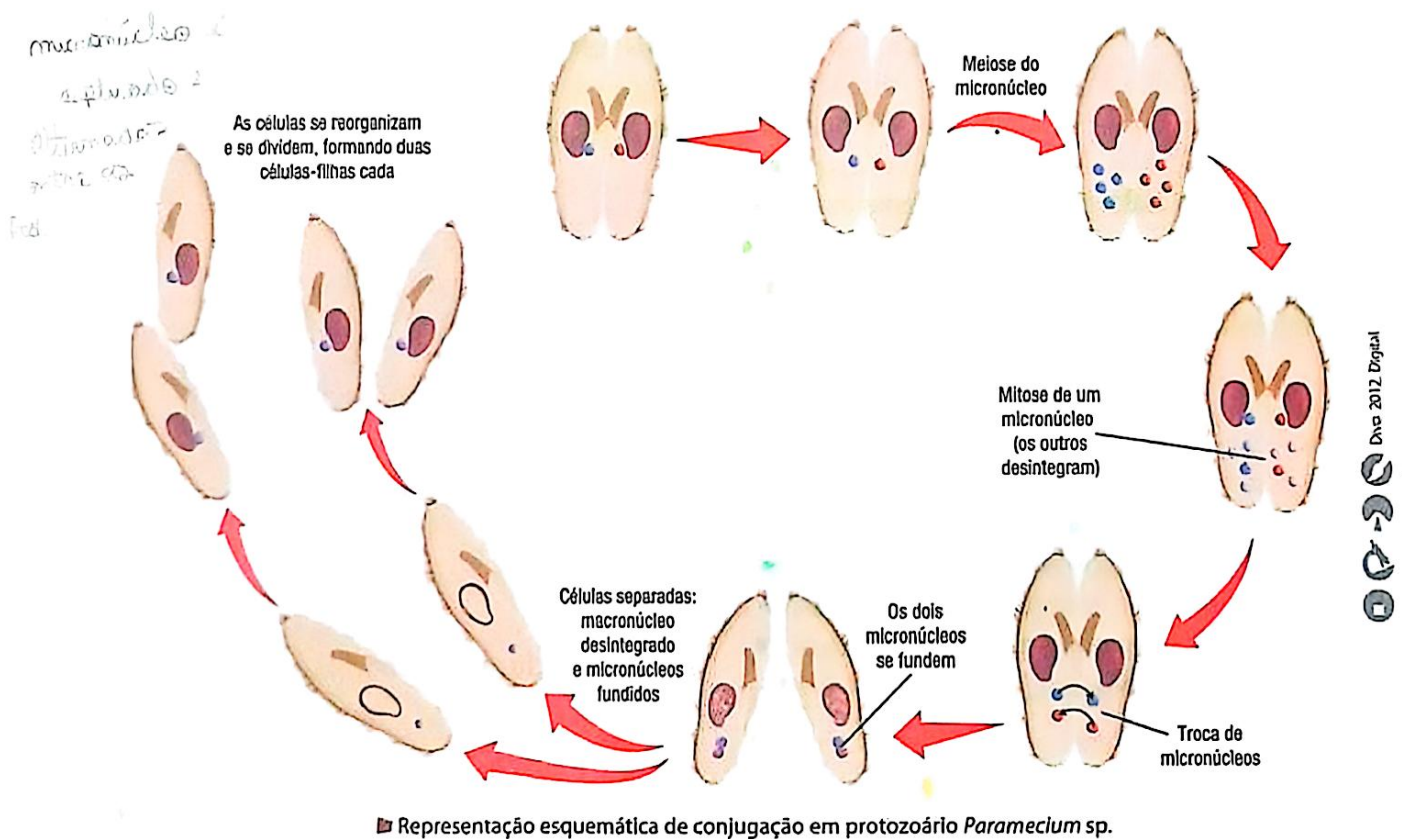
O processo reprodutivo mais comum entre os protozoários é **assexuado** e ocorre, principalmente, por **fissão binária**. **Diversos parasitas do tubo digestório dos animais**, como algumas amebas e giárdias, **não conseguem sobreviver em sua forma adulta e ativa (trofozoita) fora do corpo de seu hospedeiro**. Assim, para resistir ao meio externo, eles **se modificam: eliminam água, desintegram organelas, sintetizam substâncias de reserva, diminuem o metabolismo e secretam um envoltório quitinoso a seu redor**. Essa forma de resistência denomina-se **cisto**.

O cisto é uma forma de resistência ou inativa do protozoário, o qual secreta uma parede resistente, denominada **cística**, que o protege quando está em meio inadequado à sobrevivência, mantendo-se em fase de **latência**, ou seja, sem sinais aparentes de vida.

A recombinação gênica também pode ocorrer, sendo mais comum a **conjugação**. Esse processo é realizado por protozoários ciliados, pois esses organismos apresentam **micronúcleos** que podem ser trocados mutuamente, proporcionando uma **recombinação** de genes. Para que isso ocorra, é necessário que dois ciliados sexualmente compatíveis se unam ao longo de uma superfície compartilhada. Assim, a membrana desaparece e ocorre uma troca mútua de genes, possibilitando o aumento da variação genética entre os protozoários ciliados. Depois da conjugação, esses organismos realizam a fissão binária.



▣ Protozoário realizando reprodução por fissão binária. Micrografia eletrônica de varredura, sem informação de aumento.



Classificação dos protozoários

O principal critério de classificação dos protozoários considera o tipo e a presença de estruturas responsáveis pela locomoção, que são as seguintes:

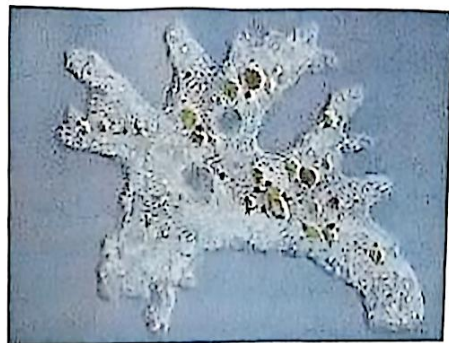
- **flagelos** – um ou mais filamentos longos ligados à célula que apresentam movimento semelhante ao de uma cauda;
- **cílios** – filamentos curtos e numerosos que, assim como os flagelos, são formados a partir dos centríolos;
- **pseudópodes** (do grego *pseudo*, falso; *podos*, pés) – são formados pela expansão temporária do citoplasma para promover o deslocamento.

A classificação dos protozoários ainda gera muitas controvérsias, pois esses organismos são descendentes de diferentes linhagens de ancestrais. Alguns cientistas propõem dezenas de filos, tornando inviável o estudo para não especialistas. Por isso, neste material, foi proposta a classificação com base nas estruturas locomotoras, agrupando os protozoários em seis filos principais: Rhizopoda (sarcodíneos), Foraminifera (foraminíferos), Actinopoda (actinópodes), Zoomastigophora (flagelados), Ciliophora (ciliados) e Apicomplexa (esporozoários).

Pseudópodes = pseudos = falso + podes = pés
ou 3 pseudópodes

Rhizopoda

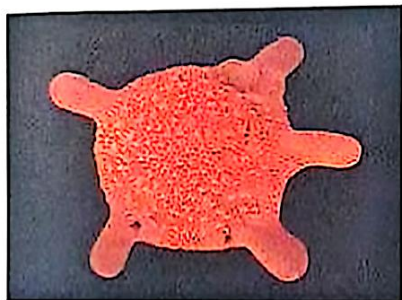
O Filo Rhizopoda (do grego *rhiza*, raiz; *podes*, pés), também chamado de grupo dos sarcodíneos (do grego *sarkos*, carne), apresenta como principal característica a presença de pseudópodes. Essas estruturas servem tanto para a locomoção quanto para a realização da nutrição por fagocitose. A maioria das espécies é de vida livre, como a *Amoeba proteus*, que vive na água doce; algumas, porém, são parasitas, como a *Entamoeba histolytica*, causadora da doença amebíase.



Amoeba. Micrografia óptica, sem informação de aumento.

Foraminifera

Os protozoários pertencentes ao Filo Foraminifera (do latim *foramen*, buraco, orifício), denominados foraminíferos, são em sua maioria marinhos. Esses organismos emitem pseudópodes finos e ramificados através da carapaça rígida de carbonato de cálcio que os reveste.

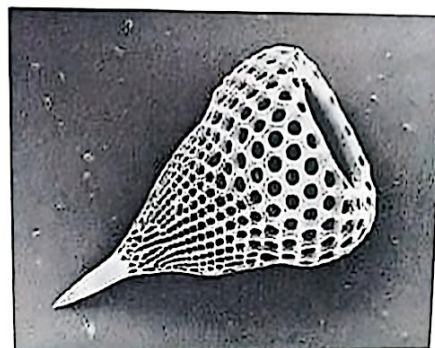


Foraminífero. Micrografia eletrônica de varredura, sem informação de aumento.

Existem registros de milhares de espécies fósseis datadas do Período Cambriano, há cerca de 570 milhões de anos. Por isso, quando são feitas perfurações de prospecção petrolífera e são encontrados foraminíferos no local, os geólogos consideram a possibilidade da presença de petróleo na região. Além disso, seus fósseis podem ser utilizados em análises geológicas relacionadas a dados climáticos de eras geológicas anteriores, por meio do estudo da temperatura dos oceanos e mares.

Actinopoda

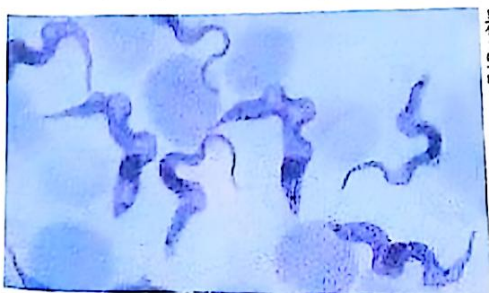
Os organismos pertencentes a esse filo apresentam pseudópodes afilados e rígidos que aumentam a superfície de trocas de materiais com o ambiente e auxiliam na locomoção e na captura de alimentos por fagocitose. Entre os actinópodes, existem os radiolários (do latim *radiolus*, pequenos raios), protozoários exclusivamente marinhos assim denominados por apresentarem pseudópodes afilados que se projetam como raios em torno da célula; e os heliozoários (do grego *hélíos*, sol), que vivem principalmente na água doce, cuja disposição dos pseudópodes lembra a ilustração de um sol.



Actinópode. Micrografia eletrônica de varredura, com aumento de 800x.

Zoomastigophora

O Filo Zoomastigophora (do grego *zoon*, animal; *mastigon*, chicote; *phoros*, portador) compreende os protozoários que apresentam flagelo(s) para locomoção e captura de alimentos, sendo chamados de flagelados. Podem ser aquáticos de vida livre, mutualísticos (como o *Trichonympha* sp., que digere a celulose no interior do cupim) ou parasitas. O grupo dos flagelados é muito importante do ponto de vista médico-veterinário, pois existem várias espécies patogênicas de seres humanos e demais vertebrados, tais como: *Giardia intestinalis* (causador da giardíase), *Leishmania braziliensis* (causador da leishmaníase), *Trichomonas vaginalis* (causador da tricomoníase) e *Trypanosoma cruzi* (causador da doença de Chagas).



Trypanosoma sp. Micrografia óptica, com aumento de 600x.

Ciliophora

Os ciliados apresentam cílios para locomoção e captura de alimentos. A maioria habita ambientes aquáticos e vive livremente, sendo considerados os protozoários mais ágeis. Contudo, também existem espécies fixas por pedúnculo (*Vorticella* sp.). Apresentam dois ou mais núcleos, diferenciados em macronúcleo (vegetativo) e micronúcleo (reprodutivo). Um dos ciliados mais conhecidos é o paramécio (*Paramecium caudatum*). A espécie *Balantidium coli* é uma das poucas que são parasitas do grupo, causando a doença balantidiose.



■ *Paramecium* sp. Micrografia eletrônica de varredura, sem informação de aumento.

Apicomplexa

Os apicomplexos, também chamados de esporozoários, são parasitas e não apresentam estrutura locomotora. Obtêm alimentos por absorção dos nutrientes dos organismos parasitados. Entre as espécies desse grupo, há algumas muito importantes à espécie humana em virtude das doenças que causam, como a malária (*Plasmodium* sp.) e a toxoplasmose (*Toxoplasma gondii*).



■ *Toxoplasma* sp. Micrografia eletrônica de varredura, sem informação de aumento.

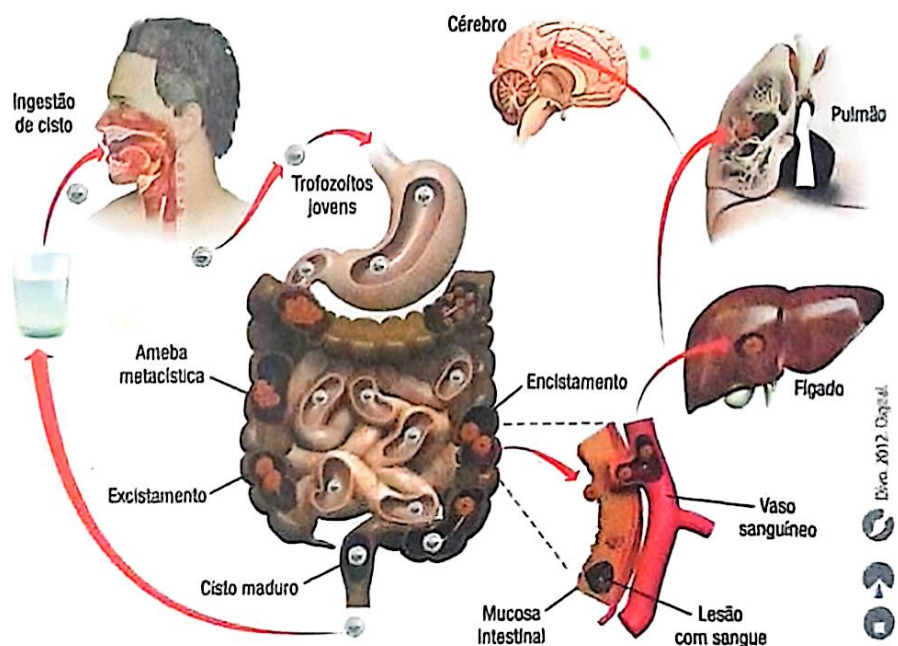
Principais protozooses humanas

Muitos protozoários são parasitas humanos, causando patologias denominadas protozooses. Essas parasitoses são bastante comuns no Brasil e, de modo geral, sua ocorrência depende da multiplicação dos agentes transmissores (vetores), do saneamento básico, da higiene pessoal e das condições de moradia da população.

Amebíase

Doença causada pelo protozoário sarcodíneo (rizópode) *Entamoeba histolytica* (ameba). Esse parasita ataca o intestino grosso, provocando dores abdominais, intensa diarreia, fezes com muco e sangue, além de anemia. Sua transmissão ocorre por contato com água e alimentos contaminados, contendo cistos da ameba.

As principais medidas preventivas incluem saneamento básico e cuidados higiênicos com as mãos, os alimentos e a água. Essa última medida requer a instalação de redes de esgotos a fim de evitar a eliminação das fezes no ambiente, pois os cistos resistem por longos períodos, podendo contaminar a água dos rios e alimentos de consumo humano, como frutas e verduras. Caso a *Entamoeba histolytica* consiga atravessar a parede intestinal, pode chegar à corrente sanguínea e se alojar em órgãos como fígado, pulmões e cérebro, provocando graves lesões.



■ Representação esquemática do ciclo biológico da *Entamoeba histolytica*

Doença de Chagas

É causada pelo protozoário flagelado *Trypanosoma cruzi*, o qual apresenta como reservatório natural animais silvestres, como tatus, macacos e gambás. Esses animais, assim como o ser humano e alguns animais domésticos, constituem os hospedeiros definitivos (HD) do protozoário. Os insetos hematófagos (que se alimentam de sangue) triatomíneos das espécies *Triatoma infestans*, *Rhodnius prolixus* e *Panstrongylus megistus*, popularmente conhecidos como barbeiros, são considerados os hospedeiros intermediários (HI) da doença.

Esses insetos são percevejos que, com o desmatamento, passam a se esconder em regiões domiciliares, em buracos no chão e nas paredes e cobertura das casas. Durante a noite, o inseto geralmente pica o rosto das vítimas e defeca no local. Em suas fezes, são comuns as formas infectantes do tripanossomo, que podem penetrar na pele quando a pessoa coça o local da picada, causando pequenas lesões. Em seguida, surge um edema característico na região, denominado chagoma, indicando a lesão inicial.

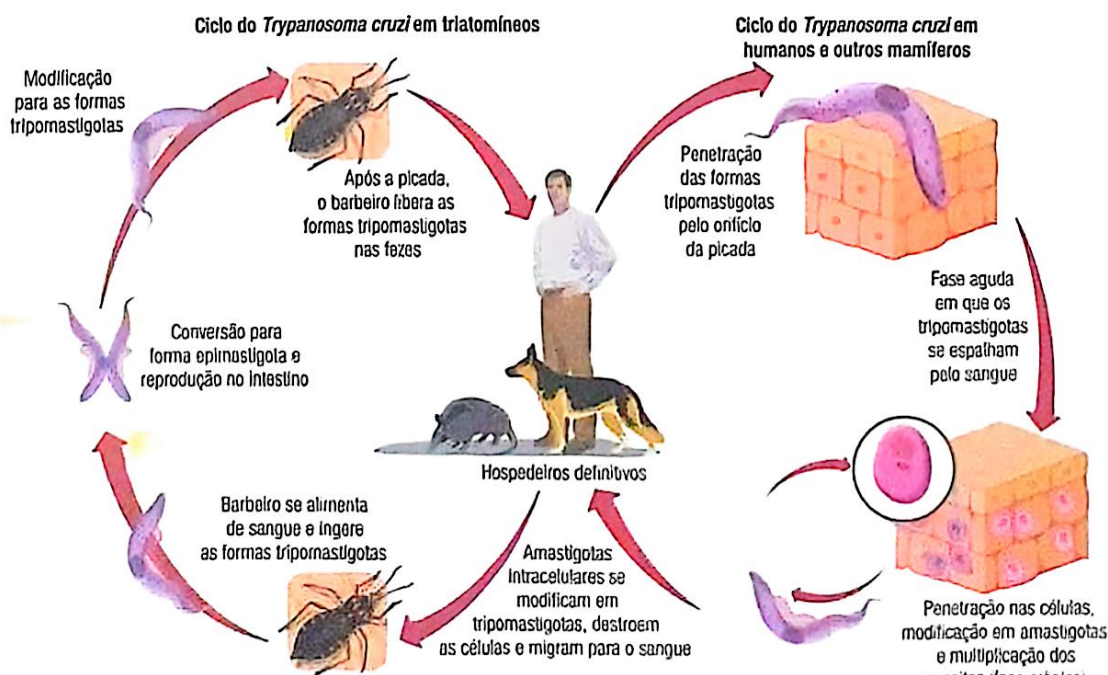
Em geral, a doença apresenta duas fases: a inicial, aguda, caracterizada por elevada parasitemia (grande número de parasitas flagelados no sangue, os tripomastigotas) e estado febril, seguida da fase crônica. Esta caracteriza-se pela diminuição do número de parasitas circulantes, pois os tripanossomos tripomastigotas passam da corrente sanguínea para diversos órgãos (fígado, baço e intestinos, por exemplo), afetando principalmente o coração, onde atua como um histoparasita.

Nessa fase, os parasitas perdem o flagelo, recebendo a denominação amastigotas. Alguns amastigotas voltam a apresentar flagelos, retornando à corrente sanguínea na forma de tripomastigotas. Quando o indivíduo contaminado é picado pelo inseto triatomíneo (barbeiro), transmite-lhe o parasita, que se modifica para a forma epimastigota e se reproduz intensamente por fissão binária no intestino do inseto. Depois de alguns dias, o barbeiro passa a apresentar em suas fezes as formas infectantes (tripomastigotas) do *Trypanosoma cruzi*.

A doença de Chagas também pode ser transmitida por contato com sangue contaminado ou via congênita (placenta), recepção de órgãos transplantados de pessoas infectadas e contaminação por ingestão de alimentos com fezes de barbeiros infectados.

Os principais problemas cardíacos que a doença de Chagas pode causar são cardiomegalia (dilatação do coração), taquicardia (aumento dos batimentos cardíacos) e miocardite (inflamação do miocárdio). Também pode ocorrer hepatoesplenomegalia (aumento do fígado e do baço), encefalite, febre, anemia, cansaço e hipertrofia ganglionar.

Não existe vacina para prevenir a doença ou medicamentos eficazes para curá-la totalmente, exceto na fase inicial (aguda), quando as formas flageladas do *Trypanosoma cruzi* se encontram no sangue.



■ Representação esquemática do ciclo biológico do *Trypanosoma cruzi*

Malária

Também chamada de impaludismo ou febre intermitente, é uma protozoose causada pelo protozoário esporozóário *Plasmodium* sp., caracterizada pela febre periódica e por anemia em razão da destruição das hemácias.

A contaminação da malária inicia-se com a picada da fêmea do mosquito *Anopheles* (mosquito-prego). Caso esta esteja infectada, ocorre a penetração dos plasmódios na forma de esporozoítos (forma infectante humana) por meio da saliva do inseto, atingindo a corrente sanguínea do indivíduo picado. Em seguida, esses parasitas passam a se instalar em órgãos diversos, como fígado e baço.

Nas células do fígado, realizam a reprodução assexuada (esquizogonia) e formam os merozoítos. Depois de alguns dias, esses parasitas voltam à corrente sanguínea e penetram no interior das hemácias, transformando-se em trofozoítos jovens, que novamente se reproduzem assexuadamente, originando novos merozoítos. Isso provoca a destruição de muitas hemácias em virtude do rompimento da membrana dessas células. O ataque de calafrios e febre nas pessoas com malária coincide com a liberação dos merozoítos que estavam nas hemácias e que secretam substâncias tóxicas, como hemozoina.

5º Após certo número de gerações, alguns merozoítos se transformam em gametócitos masculinos e femininos (formas reprodutivas). Quando o mosquito suga o sangue de um indivíduo doente, recebe esses gametócitos, que completam seu desenvolvimento, transformando-se em verdadeiros gametas.

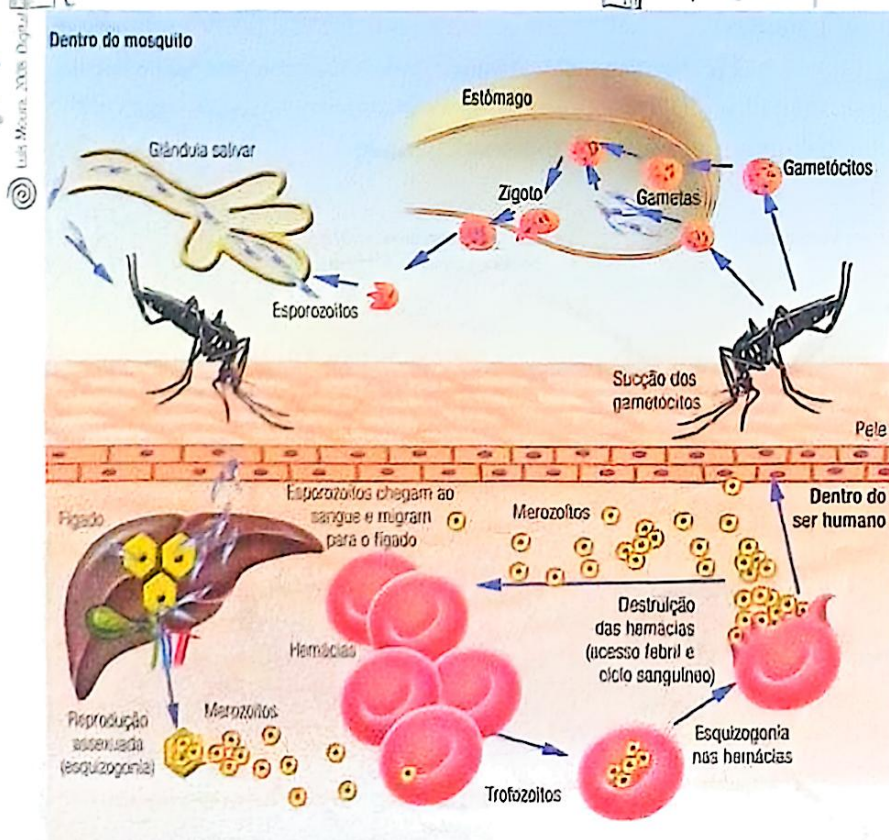
No tubo digestório do mosquito, ocorre a reprodução sexuada (por isso, o mosquito é o hospedeiro definitivo) por esporogonia. O zigoto instala-se na parede do estômago, formando uma estrutura denominada oocisto ou oocineto. Assim, formam-se novos esporozoítos, que migram para a glândula salivar do inseto. Ao picar um indivíduo sadio, o mosquito injeta os parasitas em sua corrente sanguínea, iniciando um novo ciclo.

Os sintomas da malária incluem dores de cabeça, picos de febres de até 41 °C, anemia, sudorese, calafrios e hepatoesplenomegalia (aumento do fígado e do baço).

1 Prevenção e Tratamento

1 Sua prevenção consiste basicamente no combate ao mosquito transmissor. Por isso, recomenda-se utilizar inseticidas para evitar a formação de novas larvas, assim como usar mosquiteiros sobre as camas, especialmente das crianças, e telas de proteção em portas e janelas. Também é importante atentar para transmissões por vias sanguínea e placentária.

2 O tratamento resume-se à interrupção do ciclo reprodutivo do plasmodio por meio de medicamentos. Apesar de haver intensas pesquisas sobre a malária, ainda não existem vacinas eficazes contra essa doença, pois o ciclo de vida do parasita é muito complexo. Além disso, existem diversas espécies do *Plasmodium* sp., e a vacina produzida teria de ser eficaz contra todas elas.



Representação esquemática do ciclo biológico do *Plasmodium* sp.

Outras protozooses

Doença	Contágio	Sintomas	Profilaxia
Giardíase	Ingestão de cistos do protozoário flagelado <i>Giardia Intestinalis</i> (giárdia) presentes no ambiente ou em alimentos contaminados.	Distúrbios digestórios, como lesões na parede intestinal, dor abdominal, náuseas e diarreia.	Educação sanitária e saneamento básico, bem como ingestão de água filtrada ou fervida e higienização adequada de frutas e verduras.
Toxoplasmose	Ingestão de cistos do protozoário <i>Toxoplasma gondii</i> presentes em carnes malcozidas, frutas e verduras mal lavadas, água contaminada e fezes de gatos contaminados.	Na maioria dos casos, a infecção em seres humanos não apresenta sintomas. Quando estes surgem, em decorrência da permanência do protozoário nas células do cérebro, da retina e dos músculos, podem ocorrer doenças oculares, cegueira e problemas neurológicos.	Deve-se evitar o consumo de carnes cruas ou malcozidas e a ingestão de leite não fervido. Além disso, é necessário lavar bem os alimentos antes de consumi-los. Os gatos domésticos devem ser mantidos dentro de casa para evitar que se contaminem.
Leishmaniose tegumentar americana	Picada das fêmeas de insetos do gênero <i>Lutzomyia</i> , as quais transmitem os protozoários flagelados <i>Leishmania braziliensis</i> , <i>Leishmania amazonensis</i> ou <i>Leishmania guyanensis</i> .	Esse tipo de leishmaniose caracteriza-se, principalmente, por lesões (feridas) na pele e nas áreas cartilaginosas do nariz e da boca.	Consiste, basicamente, no combate aos insetos vetores por meio da erradicação dos focos dos mosquitos e do uso de telas de malha fina em janelas e portas.

Algas

Constituem um grupo muito heterogêneo de seres vivos, podendo ser uni ou multicelulares, micro ou macroscópicos e apresentar coloração bem variável. Já foram descritas cerca de 20 mil espécies, encontradas em diversos ambientes, como lagos, rios, solos úmidos, cascas de árvores e, principalmente, oceanos. Podem ser encontradas fixas ao substrato ou de modo flutuante na água, formando o plâncton.

Nos ecossistemas aquáticos, as algas são importantes organismos fotossintetizantes, constituindo a base nutritiva que possibilita a manutenção de praticamente todas as cadeias alimentares desses ambientes. Assim, constituem componentes fundamentais do fitoplâncton, organismos flutuantes clorofilados.

Sistemática das algas

A presença de diferentes pigmentos fotossintetizantes, substâncias de reserva e a constituição da parede celular são alguns dos critérios considerados na classificação das algas em seus respectivos filos: Chlorophyta, Phaeophyta, Rhodophyta, Chrysophyta, Dinophyta e Euglenophyta.

Chlorophyta (algas verdes)

As clorófitas formam um grupo bem diversificado entre as algas, com representantes uni e multicelulares e predominantemente aquáticos, podendo ser marinhos ou dulcícolas. Existem ainda espécies terrestres que habitam os troncos úmidos de árvores. A cor característica das algas verdes é determinada pela predominância de clorofilas a e b em suas células, as quais também podem conter pigmentos carotenoides, como xantofila (amarelados) e caroteno (alaranjados).

Como exemplos, podem ser citados o gênero *Chlorella*, alga unicelular, imóvel e muito usada na indústria alimentícia, e a espécie *Ulva lactuca* (alface-do-mar), clorófitas marinha que se encontra aderida às rochas no litoral brasileiro e que pode ser utilizada na alimentação humana.



■ *Ulva lactuca*

Liliana/Foto Respostas, Inc./Andrew J. Martinez

Phaeophyta (algas pardas)

As feofíceas são multicelulares e quase exclusivamente marinhas. Existem cerca de 1.5 mil espécies, predominantes nos litorais rochosos. Essas algas **crecem rapidamente, formando talos filamentosos que podem atingir dezenas de metros**, e são bastante utilizadas na indústria, pois sua **parede celular é rica em algina, polissacarídeo usado na produção de géis, filmes (tintas, vernizes, papéis especiais) e na retenção de água**. Apresentam clorofilas a e c, sendo a fucoxantina o pigmento predominante, responsável pela coloração marrom-escura ou verde-oliva típica das feofíceas. **Os óleos e a laminarina são as principais reservas**. Como exemplos, podem-se citar os gêneros *Sargassum*, *Fucus* e *Laminaria*.



■ *Sargassum* sp.

Rhodophyta (algas vermelhas)

Esse filo é composto de cerca de 6 mil espécies, das quais a **maioria é marinha**. De modo geral, são multicelulares, **atingem grandes dimensões e crescem junto aos corais**. Entre os pigmentos que apresentam, há as clorofilas a e d, ficocianina, ficoeritrina (pigmento avermelhado) e carotenoides. Como **substância de reserva, têm o amido das florídeas**.



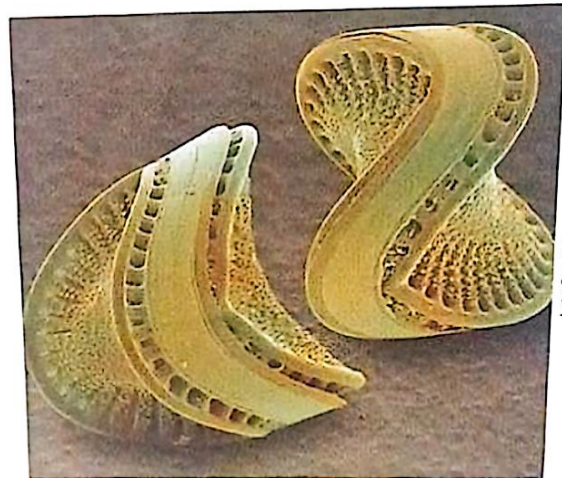
■ Rhodophyta

A **parede celular dessas algas é mucilagínosa e, dela, são extraídos ágar-ágar e carragena**, substâncias utilizadas em alimentos processados, entre outros produtos. As **algas vermelhas coralinas reforçam a formação dos recifes de corais**, pois **apresentam depósitos de carbonato de cálcio em suas paredes celulares, o que as torna muito resistentes**.

Chrysophyta (algas douradas)

As crisofíceas constituem um grupo de algas unicelulares **com coloração dourada**, existindo cerca de 10 mil espécies vivendo em diversos **ambientes – água doce, mar e solo úmido**. Os mais importantes representantes das crisofíceas são as **diatomáceas, algas microscópicas que constituem os principais componentes do fitoplâncton marinho e de água doce**. Além de servirem de alimento para outros animais aquáticos, **produzem a maior parte do oxigênio do planeta por meio da fotossíntese**.

Além das clorofilas a e c, apresentam carotenos e xantofilas, responsáveis pela coloração dourada característica. A parede celular dessas algas, geralmente impregnada de sílica, forma uma carapaça rígida denominada **frústula**, com duas metades (valvas) que se encaixam uma na outra. Quando morrem, elas afundam e formam depósitos de **carapaças silicosas, chamados diatomitos** (terra de diatomáceas). Esses depósitos podem ser utilizados industrialmente na **produção de abrasivos para polidores de metais e em pastas de dentes, filtros e fabricação de tijolos, por exemplo**.

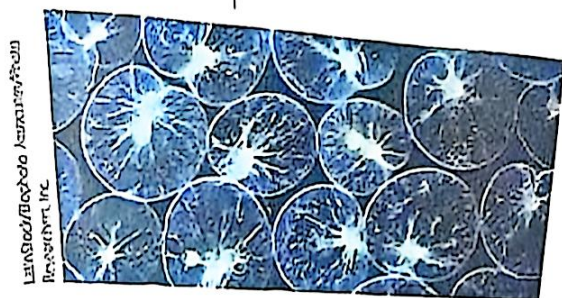


Library/Science Photo Library/Andrew Syred

■ Diatomácea. Micrografia eletrônica de varredura, com aumento de 528x, colorida artificialmente.

Dinophyta (dinoflagelados)

Os representantes desse filo, também chamado de Pyrrophyta, em geral **são unicelulares e biflagelados**. Os **dois flagelos possibilitam um movimento circular da célula, semelhante ao de um pião**. Existem cerca de 2 mil espécies, sendo a maioria formadora do fitoplâncton marinho e poucas de água doce. Podem apresentar placas **celulósicas rígidas ou tecas**. Para **absorverem a luminosidade, apresentam clorofilas a e c, além de carotenoides como a peridina, semelhante à fucoxantina**. **O carboidrato de reserva é o amido**.



■ *Noctiluca* sp. Micrografia óptica, sem informação de aumento.

Os dinoflagelados simbiotes ou zooxantelas associam-se com esponjas, cnidários, entre outros. Essas algas são as principais responsáveis pela nutrição e, consequentemente, pela proliferação dos recifes de corais em águas tropicais, pobres em nutrientes. Algumas espécies são bioluminescentes, enquanto outras são causadoras do fenômeno conhecido como maré-vermelha.

O fenômeno da maré-vermelha é causado pelo crescimento anormal de populações de dinoflagelados, o que altera a cor da água e ocasiona o acúmulo de neurotoxinas altamente nocivas, que, se ingeridas, causam a morte de muitos organismos.

Euglenophyta (euglenoides)

Compreende as algas unicelulares que apresentam um ou dois flagelos para a locomoção na água doce; seu principal ambiente de sobrevivência. Existem cerca de mil espécies descritas, sendo o gênero *Euglena* o mais comum (deve-se a ele o nome desse grupo de algas).

No interior do citoplasma, existem vacúolos pulsáteis (contráteis), organelas que acumulam o excesso de água que entra no citoplasma e o eliminam periodicamente para o exterior, mantendo o equilíbrio osmótico da célula. Os euglenoides apresentam mancha ocular, estrutura fotossensível que lhes possibilita orientar-se em direção à luz, fundamental para a fotossíntese. Apresentam clorofilas a e b e outros pigmentos, como carotenoides, e armazenam carboidratos na forma de paramilo, polissacarídeo de reserva exclusivo dos euglenoides.



■ *Euglena* sp. Micrografia óptica, sem informação de aumento.

Reprodução das algas

O processo reprodutivo das algas pode ocorrer de forma:

- assexuada por fissão binária. Diversas algas multicelulares filamentosas se reproduzem por fragmentação do talo, e os novos fragmentos formados sofrem mitose e se proliferam;
- sexuada, ocorrendo por conjugação em algumas espécies, como no gênero *Spirogyra*. Nesse processo, acontece a diferenciação de algumas células em gametas. Após a fusão desses gametas, forma-se o zigoto, e a nova alga se desenvolve.

Entre as algas clorofíceas, feofíceas e rodofíceas, pode ocorrer o processo de alternância de gerações, em que há alternância entre a fase diploide ($2n$) e a haploide (n) no mesmo ciclo de vida. A geração diploide denomina-se esporófito e produz, por meiose, esporos haploides (n). Ao serem eliminados pela alga e caírem em local favorável, germinam formando a geração haploide (n), denominada gametófito. Essa geração produz gametas masculino e feminino, que se unem para a formação do zigoto. Em seguida, ocorre o desenvolvimento de uma nova geração diploide da alga.

Importância das algas

As algas apresentam grande importância ecológica. Sua presença nos ambientes aquáticos, especialmente nas camadas superficiais de oceanos, rios e lagos, onde formam o fitoplâncton, constitui o principal fator de oxigenação do planeta Terra. Com isso, também atuam na manutenção da temperatura global pela captação do carbono da atmosfera.

Essas algas planctônicas, assim como outras variedades de algas multicelulares não planctônicas, constituem a base das cadeias alimentares aquáticas, pois, além do oxigênio, a fotossíntese realizada por elas produz a matéria orgânica necessária para a formação de inúmeras cadeias alimentares.

Com o avanço da tecnologia, as algas também vêm ganhando cada vez mais espaço na indústria, sendo utilizadas para diversos fins.

- A alga *Sargassum* sp., por exemplo, é utilizada como fertilizante do solo, visto que, depois de ressecada e moída, fornece um adubo rico em diversos sais minerais.

- A alga extraída das algas é amplamente utilizada na Indústria alimentícia, para dar consistência a alimentos (como sorvetes), e também por fabricantes de produtos de higiene pessoal, como sabonetes e pasta de dentes.
- Muitas algas vermelhas fornecem uma substância chamada ágar-ágar, tipo de gelatina usado pela indústria farmacêutica como meio de cultura microbiana, cápsulas de medicamentos e supositórios e pelas indústrias alimentícias para fabricar chocolates, pudins e cremes.
- A alga vermelha *norí* (*Porphyra* sp.) é usada na preparação do *sushi*, prato típico da culinária japonesa.

No entanto, as algas também podem desencadear outras alterações ambientais, além da maré vermelha. Essas alterações ocorrem quando, em razão do lançamento de esgoto ou resíduos de fertilizantes, um ambiente aquático é excessivamente fertilizado por nutrientes com nitrogênio e fósforo, fenômeno conhecido como eutrofização. Tal processo desencadeia a multiplicação de algas, formando uma espécie de "tapete" esverdeado sobre a água (floração das algas). Esse fenômeno diminui a oxigenação e a entrada de luz solar na água, provocando a morte desses seres autótrofos e dos peixes.



Atividades

Profª Amanda Oliveira
Biotecnologia/Ciências

1. (UPE) No Reino Protista, todos os organismos são 1. As algas protistas são 2 classificadas de acordo com 3. Os protozoários, em relação à nutrição, são todos 4, obtendo o alimento do meio por 5 ou absorção.

A seguir, assinale a alternativa que contém as palavras que preenchem corretamente as lacunas do texto acima.

- a) 1-procariontes; 2-fotossintetizantes; 3-sua coloração; 4-parasitas; 5-fagocitose.
b) 1-unicelulares; 2-quimiossintetizantes; 3-sua morfologia; 4-parasitas; 5-ingestão.
c) 1-procariontes; 2-unicelulares; 3-seus pigmentos; 4-autótrofos; 5-quimiossíntese.
d) 1-eucariontes; 2-unicelulares; 3-sua morfologia; 4-quimiossintetizantes; 5-fagocitose.
e) 1-eucariontes; 2-fotossintetizantes; 3-seus pigmentos; 4-heterótrofos; 5-ingestão.

2. (UNICAMP – SP) A malária é a principal parasitose dos países tropicais. Segundo a Organização Mundial da Saúde, há mais de 200 milhões de casos de malária a cada ano e 500 mil deles ocorrem no Brasil. Até hoje, a principal forma de combate à malária consiste no controle do vetor de seu agente etiológico. No entanto, em estudo publicado na revista *Science* em setembro de 2011, cientistas anunciaram que vacinas produzidas a partir de células inteiras do agente causador

da malária, depois de submetidas a uma dose letal de radiação γ , deram bons resultados em estudos preliminares realizados inclusive com humanos.

- a) Qual é o agente causador da malária? E qual é o seu vetor?

Esperozoário Plasmodium, mosquito
Culex, Anopheles, Aedes, etc.

- b) Qual é a importância do tratamento das células dos agentes causadores da malária com dosagem letal de radiação? Como células mortas podem agir como vacina?

É necessário porque o organismo humano não consegue produzir anticorpos, podendo agir como vacina.

3. (UFCG – PB) Carlos Ribeiro Justiniano das Chagas (1878-1934), médico e sanitarista brasileiro, descreveu em 1909 a doença que leva o seu nome – "doença de Chagas". O protozoário *Trypanosoma cruzi* é o agente etiológico da infecção que tem como reservatório natural animais silvestres. Insetos triatomíneos conhecidos por "barbeiro" (*Triatoma*), ao sugar o sangue desses animais, adquirem o parasita e se transformam em vetores.

informando a bre-
dução de anti-veneno.

Sobre a doença de Chagas, responda:

Descreva o modo de transmissão da doença descrita por Carlos Chagas e cite 3 (três) medidas profiláticas que podem ser adotadas atualmente para conter a propagação da doença.

Imatidade das mosquitos, telas, eliminação de roedores, combate ao vetor

bases da cadeia alimentar

5. (UFPE) As algas podem viver fixas, sobre rochas submersas, ou livres, tanto no fundo das águas quanto fluando. Com relação às algas, analise as [afirmativas] a seguir, assinalando verdadeiro (V) ou falso (F).

- a) (V) A *Ulva* (alface-do-mar) ocorre no litoral brasileiro aderida às rochas; são algas verdes pertencentes ao filo *Chlorophyta*.
- b) (V) De algas vermelhas (*Rhodophyta*) podem ser extraídas substâncias utilizáveis em culinária e no preparo de meios de cultura.
- c) (V) As algas pardas (*Phaeophyta*), como, por exemplo, o *Sargassum*, além da fucoxantina, podem apresentar outros pigmentos.
- d) (F) As diatomáceas são algas rodofíceas, das quais se extrai o ágar. Elas compõem os bentos marinhos.

4. (FUVEST – SP) Qual a importância das algas planctônicas (fitoplâncton) nos ecossistemas aquáticos?

oxigenação da atmosfera



Biologia em foco

A genética ajuda a esclarecer o passado

O médico infectologista Stefan Cunha Ujvari conta como o estudo dos micro-organismos pode contribuir para a pesquisa histórica

[...]

História Viva – Como a infectologia contribui para a pesquisa histórica?

Stefan Cunha Ujvari – O estudo do material genético de micro-organismos ajuda a esclarecer o que aconteceu no passado. Um exemplo é a peste de Atenas, que castigou a cidade em 430 a.C. Há muito tempo os historiadores debatem a natureza dessa doença. Alguns achavam que era varíola, outros falavam em sarampo ou diarreia. Pensou-se até em ebola. O mistério só foi desvendado na década de 1990, quando arqueólogos descobriram uma vala coletiva da época da peste. Eles quebraram a polpa do dente de algumas ossadas para ver se a bactéria causadora da epidemia tinha parado ali – porque, quando a pessoa morre, todo o organismo se decompõe, mas o dente fica preservado – e encontraram o DNA da *Salmonella typhi*, bactéria causadora da febre tifoide presente em água e alimentos contaminados. [...]

História Viva – A origem do sarampo, da varíola e da gripe mostra como a ação do homem mudou a configuração dos micro-organismos. Quais foram os principais períodos da história em que isso aconteceu?



Ujvari – Um deles foi a domesticação dos animais. Ao aglomerar certas espécies, você cria condições para os vírus de cada uma delas circular entre as demais. Quando o homem se tornou sedentário, ele passou a não mais deixar seus dejetos para trás, como acontecia quando era nômade. Os humanos passaram a viver em torno de rios, riachos e represas que recebiam os seus dejetos, e assim apareceram as diarreias infecciosas, transmitidas pela água contaminada. [...] Outro momento importante foi o das grandes navegações, quando os europeus levaram doenças como sarampo e varíola para regiões mais distantes, como a América e Oceania, exterminando parte das populações nativas. [...]

História Viva – Qual foi o impacto das grandes transformações trazidas pelo século XX na proliferação dos micro-organismos?

Ujvari – Um dos impactos foi a aglomeração de animais. A gripe suína de 2009 surgiu por causa da inundação de porcos domesticados, que têm o seu vírus influenza e muitas vezes moram junto com o homem e com aves de criação. Com isso, o vírus influenza de cada espécie circulou entre as outras duas. Se um porco recebe o vírus da ave e do homem ao mesmo tempo, esses dois vírus podem misturar o material genético e formar um novo, mais poderoso. Então, a receita para nascer um novo vírus influenza é o aumento de porcos, aves e homens convivendo no mesmo espaço.

UJVARI, Stefan Cunha. A genética ajuda a esclarecer o passado. *História Viva*, São Paulo, ano 8, n. 91, p. 16-18, maio 2011. Entrevista concedida a Bruno Fiuza.

-  De que maneira, no decorrer da história, as relações entre os seres humanos e os micro-organismos, como bactérias, vírus, fungos e protozoários, foram sendo modificadas e como isso impactou na ocorrência, na disseminação e no controle de doenças? Considere os hábitos de vida, os avanços da Medicina e as facilidades de locomoção em um curto espaço de tempo, por exemplo.

Prof. Amanda Oliveira



Hora de estudo

1. (UFPE) Os vírus são agentes microscópicos que infectam células para se reproduzirem, assumindo o controle de seu metabolismo e levando à morte celular. Sobre esses agentes, analise as afirmações seguintes.

(0-0) (X) São formados essencialmente por proteínas e ácidos nucleicos, mas alguns tipos podem possuir um envelope externo de natureza lipídica.

(1-1) () A poliomielite, a aids, a gripe aviária e a malária são doenças causadas por vírus.

(2-2) () Como os vírus já possuem ácidos nucleicos, eles não precisam do material nuclear das células infectadas para se reproduzirem.

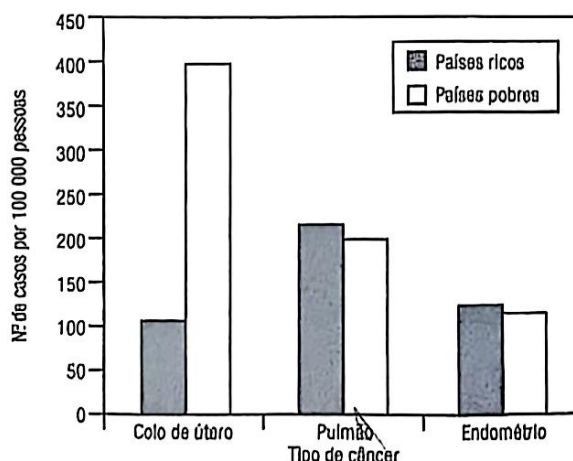
(3-3) () Já que não possuem metabolismo próprio, são incapazes de evoluir e modificar suas características.

(4-4) () Sempre possuem DNA como ácido nucleico.

2. (UFRJ) O HPV (papilomavírus humano) é um vírus sexualmente transmitido, causador do aparecimento de verrugas genitais em homens e mulheres. A infecção pelo HPV em mulheres está diretamente relacionada à

incidência de um tipo de câncer que pode ser diagnosticado precocemente por meio de um teste histológico simples e barato, o teste de papanicolaou. Após a puberdade, esse teste é realizado regularmente pela maioria das mulheres em países ricos, o que não ocorre nos países pobres. Um resultado positivo no teste permite tratamento precoce e é importante para que as mulheres possam evitar a transmissão posterior do HPV.

O gráfico [...] mostra a incidência de três tipos de câncer em mulheres de países ricos e pobres.



2) Colocar o HIV, para induzir a produção de células do ordenado.

- a) Identifique o tipo de câncer causado por infecção pelo HPV. Justifique sua resposta.
- b) Indique um método eficaz para evitar a transmissão do HPV por indivíduos sexualmente ativos. Justifique sua resposta.

3. (ENEM)

uso de vacinização e vacinação

A contaminação pelo vírus da rubéola é especialmente preocupante em grávidas, devido à síndrome da rubéola congênita (SRC), que pode levar ao risco de aborto e malformações congênitas. Devido a campanhas de vacinação específicas, nas últimas décadas houve uma grande diminuição de casos de rubéola entre as mulheres, e, a partir de 2008, as campanhas se intensificaram e têm dado maior enfoque à vacinação de homens jovens.

BRASIL. *Brasil livre da rubéola: campanha nacional de vacinação para eliminação da rubéola*. Brasília: Ministério da Saúde, 2009 (adaptado).

Considerando a preocupação com a ocorrência da SRC, as campanhas passaram a dar enfoque à vacinação dos homens, porque eles

- a) ~~ficam mais expostos a esse vírus.~~
- ☒ b) transmitem o vírus a mulheres gestantes.
- c) passam a infecção diretamente para o feto.
- d) ~~transferem imunidade às parceiras grávidas.~~
- e) ~~são mais suscetíveis a esse vírus que as mulheres.~~

4. (ENEM)

A síndrome da imunodeficiência adquirida (aids) é a manifestação clínica da infecção pelo vírus HIV, que leva, em média, oito anos para se manifestar. No Brasil, desde a identificação do primeiro caso de aids em 1980 até junho de 2007, já foram identificados cerca de 474 mil casos da doença. O país acumulou, aproximadamente, 192 mil óbitos devido à aids até junho de 2006, sendo as taxas de mortalidade crescentes até meados da década de 1990 e estabilizando-se em cerca de 11 mil óbitos anuais desde 1998. [...] A partir do ano 2000, essa taxa se estabilizou em cerca de 6,4 óbitos por 100 mil habitantes, sendo esta estabilização mais evidente em São Paulo e no Distrito Federal.

Disponível em: <<http://www.aids.gov.br>>. Acesso em: 1 maio 2009 (adaptado).

A redução nas taxas de mortalidade devido à aids a partir da década de 1990 é decorrente

- a) do aumento do uso de preservativos nas relações sexuais, que torna o vírus HIV menos letal.
 - b) da melhoria das condições alimentares dos soropositivos, a qual fortalece o sistema imunológico deles.
 - ☒ c) do desenvolvimento de drogas que permitem diferentes formas de ação contra o vírus HIV. *esqueceu*
 - d) das melhorias sanitárias implementadas nos últimos 30 anos, principalmente nas grandes capitais.
 - e) das campanhas que estimulam a vacinação contra o vírus e a busca pelos serviços de saúde. *?*
5. (ENEM) A partir do primeiro semestre de 2000, a ocorrência de casos humanos de febre amarela silvestre extrapolou as áreas endêmicas, com registro de casos em São Paulo e na Bahia, onde os últimos casos tinham ocorrido em 1953 e 1948. Para controlar a febre amarela silvestre e prevenir o risco de uma reurbanização da doença, foram propostas as seguintes ações:
- I. Exterminar os animais que servem de reservatório do vírus causador da doença.
 - II. Combater a proliferação do mosquito transmissor. *é*
 - III. Intensificar a vacinação nas áreas onde a febre amarela é endêmica e em suas regiões limitrofes.
- É efetiva e possível de ser implementada uma estratégia envolvendo
- a) a ação II, apenas.
 - ☒ b) as ações II e III, apenas.
 - c) as ações I e II, apenas.
 - d) as ações I e III, apenas.
 - e) as ações I, II e III.

6. (UNIDERP – MS) Embora sejam mais comumente reconhecidas como agentes patogênicos, as bactérias, seres que apresentam a organização celular procariótica, desempenham, em sua grande maioria, uma função de significativa importância ecológica.

Essa atividade da bactéria, que é essencial à dinâmica da biosfera, envolve a

- a) degradação de substratos orgânicos inertes por ação de enzimas hidrolíticas, secretadas pelas bactérias e atuantes no meio extracelular.
- b) incorporação de resíduos, de natureza proteica, que são digeridos em compartimentos celulares próprios e utilizados na nutrição da bactéria.
- c) secreção de fatores orgânicos que, atuando sobre os restos de plantas e de animais, impedem a sua putrefação.

d) síntese das enzimas bacterianas, em regiões celulares caracterizadas como retículo endoplasmático rugoso.

decomposição de macromoléculas, em pequenas biomoléculas orgânicas disponíveis no solo, para serem absorvidas pelas plantas.

7. (ENEM)

Medidas de saneamento básico são fundamentais no processo de promoção de saúde e qualidade de vida da população. Muitas vezes, a falta de saneamento está relacionada com o aparecimento de várias doenças. Nesse contexto, um paciente dá entrada em um pronto atendimento relatando que há 30 dias teve contato com águas de enchente. Ainda informa que nesta localidade não há rede de esgoto e drenagem de águas pluviais e que a coleta de lixo é inadequada. Ele apresenta os seguintes sintomas: febre, dor de cabeça e dores musculares.

Disponível em: <<http://portal.saude.gov.br>>. Acesso em: 27 fev. 2012 (adaptado).

Relacionando os sintomas apresentados com as condições sanitárias da localidade, há indicações de que o paciente apresenta um caso de

- a) difteria.
- b) botulismo.
- c) tuberculose.
- d) leptospirose.
- e) meningite meningocócica.

8. (ENEM) Na embalagem de um antibiótico, encontra-se uma bula que, entre outras informações, explica a ação do remédio do seguinte modo:

O medicamento atua por inibição da síntese proteica bacteriana.

Essa afirmação permite concluir que o antibiótico

- a) impede a fotossíntese realizada pelas bactérias causadoras da doença e, assim, elas não se alimentam e morrem.
- b) altera as informações genéticas das bactérias causadoras da doença, o que impede manutenção e reprodução desses organismos.
- c) dissolve as membranas das bactérias responsáveis pela doença, o que dificulta o transporte de nutrientes e provoca a morte delas.

d) elimina os vírus causadores da doença, pois não conseguem obter as proteínas que seriam produzidas pelas bactérias que parasitam.

Interrompe a produção de proteína das bactérias causadoras da doença, o que impede sua multiplicação pelo bloqueio de funções vitais.

9. (ENEM)

A cárie dental resulta da atividade de bactérias que degradam os açúcares e os transformam em ácidos que corroem a porção mineralizada dos dentes. O flúor, juntamente com o cálcio e um açúcar chamado xilitol, agem inibindo esse processo. Quando não se escovam os dentes corretamente e neles acumulam-se restos de alimentos, as bactérias que vivem na boca aderem aos dentes, formando a placa bacteriana ou biofilme. Na placa, elas transformam o açúcar dos restos de alimentos em ácidos, que corroem o esmalte do dente formando uma cavidade, que é a cárie. Vale lembrar que a placa bacteriana se forma mesmo na ausência de ingestão de carboidratos fermentáveis, pois as bactérias possuem polisacarídeos intracelulares de reserva.

Disponível em: <<http://www.diariodasaude.com.br>>. Acesso em: 11 ago. 2010 (adaptado).

cárie 1. destruição de um osso por corrosão progressiva.

* cárie dentária: efeito da destruição da estrutura dentária por bactérias.

HOUAISS, Antônio. *Dicionário eletrônico*. Versão 1.0. Editora Objetiva, 2001 (adaptado).

A partir da leitura do texto, que discute as causas do aparecimento de cáries, e da sua relação com as informações do dicionário, conclui-se que a cárie dental resulta, principalmente, de

- a) falta de flúor e de cálcio na alimentação diária da população brasileira.
- b) consumo exagerado do xilitol, um açúcar, na dieta alimentar diária do indivíduo.
- c) redução na proliferação bacteriana quando a saliva é desbalanceada pela má alimentação.
- d) uso exagerado do flúor, um agente que em alta quantidade torna-se tóxico à formação dos dentes.

consumo excessivo de açúcares na alimentação e má higienização bucal, que contribuem para a proliferação de bactérias.

10.(ENEM)

O uso prolongado de lentes de contato, sobretudo durante a noite, aliado a condições precárias de higiene representam fatores de risco para o aparecimento de uma infecção denominada ceratite microbiana, que causa ulceração inflamatória da córnea. Para interromper o processo da doença, é necessário tratamento antibiótico. De modo geral, os fatores de risco provocam a diminuição da oxigenação corneana e determinam mudanças no seu metabolismo, de um estado aeróbico para anaeróbico. Como decorrência, observa-se a diminuição no número e na velocidade de mitoses do epitélio, o que predispõe ao aparecimento de defeitos epiteliais e à invasão bacteriana.

CRESTA. F Lente de contato e infecção ocular. *Revista Sinopse de Oftalmologia*, São Paulo: Moreira Jr., v. 4, n. 4, 2002 (adaptado).

A instalação das bactérias e o avanço do processo infeccioso na córnea estão relacionados a algumas características gerais desses micro-organismos, tais como:

- a) A grande capacidade de adaptação, considerando as constantes mudanças no ambiente em que se reproduzem e o processo aeróbico como a melhor opção desses micro-organismos para a obtenção de energia.
- b) A grande capacidade de sofrer mutações, aumentando a probabilidade do aparecimento de formas resistentes e o processo anaeróbico da fermentação como a principal via de obtenção de energia.
- c) A diversidade morfológica entre as bactérias, aumentando a variedade de tipos de agentes infecciosos e a nutrição heterotrófica, como forma de esses micro-organismos obterem matéria-prima e energia.
- d) O alto poder de reprodução, aumentando a variabilidade genética dos milhares de indivíduos e a nutrição heterotrófica, como única forma de obtenção de matéria-prima e energia desses micro-organismos.

• O alto poder de reprodução, originando milhares de descendentes geneticamente idênticos entre si e a

diversidade metabólica, considerando processos aeróbicos e anaeróbicos para a obtenção de energia.

11.(UEPG – PR) O Reino Protista é considerado polifilético, isto é, seus principais representantes, genericamente denominados de algas e protozoários, têm ancestralidades distintas. No que se refere à organização das principais características dos seres que compõem esse reino e suas relações evolutivas, assinale o que for correto.

(01) No ciclo de vida de muitas algas multicelulares alternam-se gerações haploides e diploides, fenômeno denominado bipartição.

~~(02)~~ Algumas espécies de algas (clorofíceas) vivem em associação com fungos, constituindo líquens. Nesse caso, a fotossíntese realizada pela alga garante a nutrição do líquen, já o fungo, garante umidade e nutrientes minerais.

(04) Na classificação dos diferentes filos de protozoários não são levados em consideração a presença de estruturas locomotoras, cílios, flagelos; e a presença ou ausência de um esqueleto externo à célula (quitinoso ou de carbonato de cálcio).

(08) Por apresentar um ancestral comum, as algas e os protozoários podem ser agrupados facilmente, com base nas características homólogas, no reino denominado Protista.

~~(16)~~ Os protistas devem ter evoluído de procariotas entre 2,1 bilhões e 1,6 bilhões de anos atrás. Um importante fator nessa evolução foi a endossimbiose, processo pelo qual uma célula fagocitada por outra tenha escapado da digestão e passado a viver nela, originando certas organelas, a exemplo das mitocôndrias e cloroplastos.

12.(UFRN) Foi relatado, no primeiro semestre de 2010, um surto de toxoplasmose em Natal – RN. Esta zoonose, que, por acometer animais de “sangue quente”, também pode atingir os seres humanos, tem como agente etiológico o parasito *Toxoplasma gondii*. De uma maneira geral, a infecção é assintomática; mas seus sintomas, quando estão presentes, geralmente são transitórios e inespecíficos.

A ocorrência da toxoplasmose sob a forma de surto é rara. Nessa condição, a transmissão do toxoplasma geralmente ocorre

a) pelas fezes do inseto transmissor contaminadas com ovos do protozoário.

- b) pelo consumo de água contaminada com proglotes do protozoário.
- c) pelo manuseio de fezes de gatos contaminadas com larvas do parasito.
- d) pela ingestão de carne suína ou ovina malcozida com cistos do parasito.

13. (ENEM) A malária é uma doença típica de regiões tropicais. De acordo com dados do Ministério da Saúde, no final do século XX, foram registrados mais de 600 mil casos de malária no Brasil, 99% dos quais na Região Amazônica.

Os altos índices de malária nessa região podem ser explicados por várias razões, entre as quais:

- a) as características genéticas das populações locais facilitam a transmissão e dificultam o tratamento da doença.
- b) a falta de saneamento básico propicia o desenvolvimento do mosquito transmissor da malária nos esgotos não tratados.
- c) a inexistência de predadores capazes de eliminar o causador e o transmissor em seus focos impede o controle da doença.
- d) a temperatura elevada e os altos índices de chuva na floresta equatorial favorecem a proliferação do mosquito transmissor.
- e) o Brasil é o único país do mundo que não implementou medidas concretas para interromper sua transmissão em núcleos urbanos.

14. (ENEM) A doença de Chagas afeta mais de oito milhões de brasileiros, sendo comum em áreas rurais. É uma doença causada pelo protozoário *Trypanosoma cruzi* e transmitida por insetos conhecidos como barbeiros ou chupanças.

Uma ação do homem sobre o meio ambiente que tem contribuído para o aumento dessa doença é

- a) o consumo de carnes de animais silvestres que são hospedeiros do vetor da doença.
- b) a utilização de adubos químicos na agricultura que aceleram o ciclo reprodutivo do barbeiro.
- c) a ausência de saneamento básico que favorece a proliferação do protozoário em regiões habitadas por humanos.
- d) a poluição dos rios e lagos com pesticidas que exterminam o predador das larvas do inseto transmissor da doença.

- e) o desmatamento que provoca a migração ou o desaparecimento dos animais silvestres dos quais o barbeiro se alimenta.

15. (UEM – PR) As algas apresentam grande diversidade de formas e de tamanhos, ocupando ambientes terrestres úmidos e ambientes aquáticos, onde constituem a base das cadeias alimentares. Sobre esses organismos, assinale a alternativa correta.

- a) As clorofíceas, as diatomáceas e os dinoflagelados são grupos de algas componentes do fitoplâncton.
- b) As feofíceas ou algas vermelhas são unicelulares e predominantes no solo e na água doce.
- c) As euglenofíceas são algas pluricelulares ou coloniais desprovidas de cloroplastos.
- d) As clorofíceas ou algas verdes são os únicos representantes do Reino Protista que apresentam clorofila.
- e) As algas não produzem gametas, portanto não apresentam reprodução sexuada.

16. (ENEM) Um agricultor, buscando o aumento da produtividade de sua lavoura, utilizou o adubo NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) com alto teor de sais minerais. A irrigação dessa lavoura é feita por canais que são desviados de um rio próximo dela. Após algum tempo, notou-se uma grande mortandade de peixes no rio que abastece os canais, devido à contaminação das águas pelo excesso de adubo usado pelo agricultor.

Que processo biológico pode ter sido provocado na água do rio pelo uso do adubo NPK?

- a) Lixiviação, processo em que ocorre a lavagem do solo, que acaba disponibilizando os nutrientes para a água do rio.
- b) Acidificação, processo em que os sais, ao se dissolverem na água do rio, formam ácidos.
- c) Eutrofização, ocasionada pelo aumento de fósforo e nitrogênio dissolvidos na água, que resulta na proliferação do fitoplâncton.
- d) Aquecimento, decorrente do aumento de sais dissolvidos na água do rio, que eleva sua temperatura.
- e) Denitrificação, processo em que o excesso de nitrogênio que chega ao rio é disponibilizado para a atmosfera, prejudicando o desenvolvimento dos peixes.

Reino Fungi e Reino Plantae

Fabio Colombini



Ponto de partida

A imagem retrata cogumelos sobre um tronco na Floresta Amazônica, em Manaus – AM. Observe-a com atenção e, em seguida, responda às questões.

1. Que relação é possível deduzir que existe entre os fungos e as plantas?
2. Quais interações as plantas e os fungos podem estabelecer com outros seres vivos nos ecossistemas?

Reino Fungi

Entre os representantes desse reino, estão os cogumelos, as leveduras e os bolores. O hábitat dos fungos é predominantemente terrestre, mas existem exemplares que vivem em meio aquático.

Os fungos são heterótrofos, e a maioria age como seres **saprófagos**, ou seja, utilizam matéria orgânica proveniente de organismos mortos para sua nutrição. Quando isso ocorre, há a reciclagem de nutrientes nos ecossistemas. Por isso, assim como algumas bactérias, os fungos são importantes **agentes decompositores**. Existem também **fungos parasitas**, os quais **retiram seus nutrientes** diretamente de outros seres vivos, **prejudicando-os e causando-lhes doenças**. Um exemplo de doença causada por fungos parasitas são as **micoses**.

Objetivos da unidade:

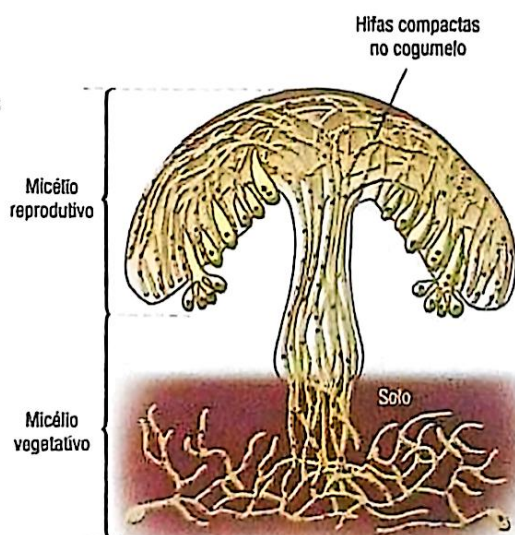
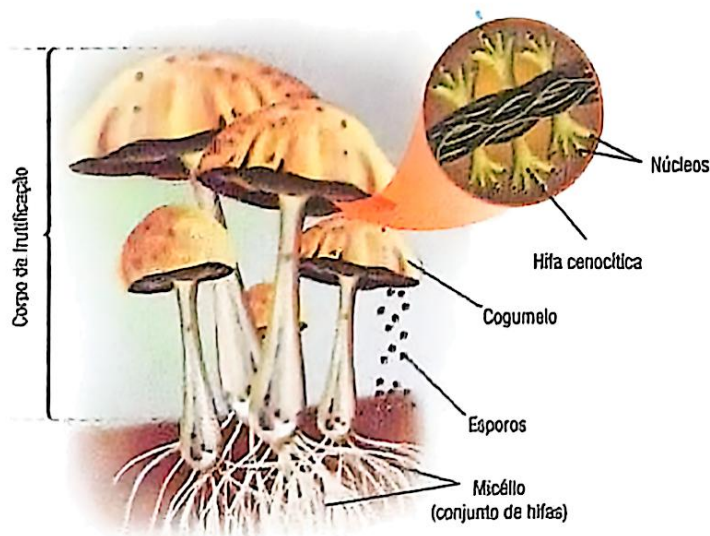
- identificar as diferenças entre os reinos Fungi e Plantae;
- reconhecer os principais grupos de fungos e plantas, bem como suas principais características e ciclos de vida;
- compreender as relações ecológicas estabelecidas por fungos e plantas e que possibilitam a vida no planeta Terra.

Os esporos são células resistentes que **promovem a dispersão dos fungos**. Eles são produzidos em grande quantidade e, de modo geral, **transportados pelo vento e pela água até atingirem um substrato favorável**, onde **se desenvolvem em um novo micélio**. Os esporos liberados podem permanecer viáveis **durante longos períodos de tempo**.

Os fungos podem ser **uni ou multicelulares**. Nos multicelulares, as células estão intimamente ligadas umas às outras formando uma massa compacta de longos filamentos, denominados **hifas**. Essas estruturas são tubos microscópicos que se formam após a **germinação dos esporos** (células reprodutivas) e podem ou não apresentar **septos (paredes) transversais delimitando as células**. As hifas que não apresentam septos **denominam-se cenocíticas** (do grego *koinos*, comum; *cito*, célula) e **compartilham um citoplasma comum com diversos núcleos**. A reunião das hifas ramificadas e entrelaçadas constitui o **micélio**. Nos fungos, não há a formação de tecidos verdadeiros, como ocorre em animais e plantas.

Os micélios geralmente **aumentam a área de absorção de nutrientes e podem se dividir em dois grupos**:

- **micélio vegetativo** – formado por **hifas especializadas na obtenção de alimento, vive imerso no substrato**;
- **micélio reprodutivo** – composto de hifas produtoras de esporos, **desenvolve-se para fora do substrato**.



Representação esquemática da estrutura e disposição das hifas em um cogumelo

* Qual a diferença de digestão extracelular
digestão intracelular.

Assim como ocorre nas algas e nos vegetais, as células dos fungos têm parede celular que reforça externamente a membrana plasmática. Essa estrutura apresenta depósitos de quitina (carboidrato), substância característica do exoesqueleto dos artrópodes e que confere extrema resistência aos fungos. Outra característica dos fungos semelhante à dos animais é a presença de glicogênio como substância de reserva.

As hifas atuam na absorção de nutrientes. A nutrição dos fungos é realizada por digestão extracelular, ou seja, o micélio libera enzimas digestivas no substrato alimentício e absorve as partículas previamente digeridas. As substâncias são distribuídas por meio de uma corrente citoplasmática que percorre todas as células.

A respiração pode ser aeróbia ou anaeróbia facultativa, sendo essa última bastante comum nas leveduras. Muitas delas, como a espécie *Saccharomyces cerevisiae*, realizam fermentação alcoólica (processo anaeróbio) e, por isso, são bastante usadas na produção de pães, vinhos e cervejas. No processo de panificação, o crescimento da massa deve-se à liberação de dióxido de carbono (CO_2) durante a fermentação alcoólica.

A excreção é feita por difusão direta dos resíduos metabólicos para o exterior das células.

Sistemática dos fungos

Atualmente, estima-se que existam aproximadamente 64 mil espécies descritas de fungos. De modo geral, a classificação desses seres é feita com base nas estruturas reprodutivas, que são as mais diferenciadas de seu ciclo biológico, e nos tipos de hifas que apresentam.

Neste material, serão estudados quatro filis:

decompositores



Filo Chytridiomycota



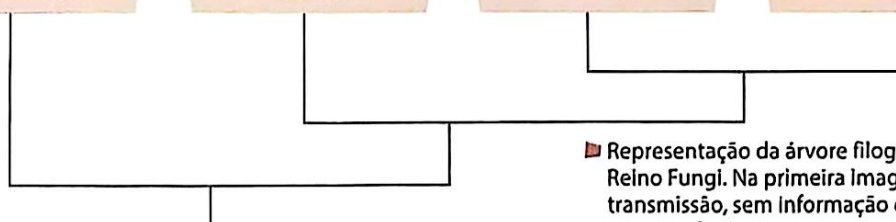
Filo Zygomycota



Filo Ascomycota



Filo Basidiomycota



Representação da árvore filogenética dos principais filis do Reino Fungi. Na primeira imagem, micrografia eletrônica de transmissão, sem informação de aumento e, na segunda, micrografia óptica, com aumento de 112x.

Filo Chytridiomycota

Os organismos pertencentes a esse grupo, também denominados quitridiomycetos ou quitrídios, divergiram na base da evolução dos fungos, sendo os únicos seres do Reino Fungi a apresentar zoósporos (esporos flagelados). Esse filo tem cerca de mil espécies uni ou multicelulares, principalmente aquáticas. Por esse motivo, tais organismos são chamados de fungos-d'água.

Sua forma de nutrição é bastante diversificada. Há espécies de grande importância ambiental, em virtude do processo de decomposição que realizam, e espécies parasitas, principalmente de algas, outros fungos, plantas e animais. Existem também quitrídios mutualísticos, como aqueles que vivem no trato digestório de ovinos e bovinos auxiliando-os na degradação da celulose.

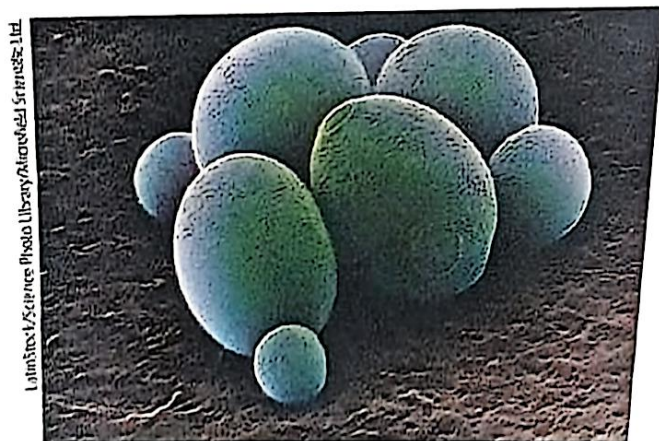
Dessa forma, as espécies desse grupo são consideradas os ancestrais comuns dos outros grupos de fungos.

Filo Zygomycota

Com aproximadamente mil espécies conhecidas, abrange fungos unicelulares, como algumas leveduras, e multicelulares com organização simples e que não formam corpo de frutificação durante a reprodução sexuada. Esses fungos, também chamados de zigomicetos, podem ser terrestres ou aquáticos e não apresentam formas móveis em nenhuma fase da vida. A maioria atua na decomposição da matéria orgânica, alguns são parasitas de plantas e animais e outros formam associações mutualísticas com raízes de plantas, constituindo as micorrizas (do grego *mykes*, fungo; *rhiza*, raiz).

Os exemplares mais conhecidos no cotidiano são as espécies *Mucor racemosus* (bolor de frutos) e *Rhizopus stolonífer* (bolor preto do pão). Esses fungos se propagam em substratos úmidos e ricos em carboidratos.

Filo Ascomycota



Levedura *Saccharomyces cerevisiae*, bastante utilizada na indústria alimentícia. Micrografia eletrônica de varredura, com aumento de 2 260x, colorida artificialmente.

Inúmeras espécies de fungos são utilizadas na indústria na fabricação de pães, queijos, cervejas, vinhos, molhos, entre outros, por meio da fermentação alcoólica. Os queijos *roquefort* e *camembert*, por exemplo, são produzidos com os fungos *Penicillium roquefortii* e *Penicillium camemberti*, respectivamente.

A maioria dos ascomicetos realiza decomposição de matéria orgânica, porém alguns podem parasitar as plantas. É o caso do *Claviceps purpurea*, que provoca uma patologia vegetal conhecida como "espório-do-centeio". Esse fungo produz um alcaloide tóxico denominado ergotamina, uma das matérias-primas do LSD (dietilamida do ácido lisérgico). O consumo de centeio com o fungo pode provocar uma intoxicação denominada ergotismo. Nesse caso, podem ocorrer espasmos nervosos, ilusões psicóticas, convulsões e, até mesmo, a morte.

Fungo *Claviceps purpurea* (estrutura em marrom) parasitando o trigo



Bolor preto do pão e sua estrutura reprodutiva (em destaque) repleta de esporos. Micrografia eletrônica de varredura, com aumento de 1 300x.



Trata-se do grupo mais numeroso de fungos, também chamados de ascomicetos, com cerca de 32 mil espécies descritas. A designação desse filo deriva da presença do *ascocarpo* (do grego *askos*, bolsa, saco; *carpo*, fruto), estrutura reprodutiva em forma de saco. Em seu interior, existem os *ascosporângios*, onde são produzidos os esporos sexuais, denominados *ascósporos*. Assim, o *ascocarpo* constitui o corpo de frutificação desses fungos, ou seja, as estruturas responsáveis pela propagação dos ascomicetos.

Algumas leveduras, como as do gênero *Saccharomyces*, pertencem a esse filo. Tais fungos são unicelulares e muitas de suas variedades são utilizadas na indústria alimentícia. Além das leveduras, esse filo inclui numerosos fungos de importância econômica, como as trufas (*Tuber* sp.), que se desenvolvem sob o solo, geralmente, formando micorrizas com raízes de árvores.



Filo Basidiomycota

Corresponde aos fungos com estrutura mais complexa, também chamados de **basidiomicetos** e conhecidos como cogumelos, apresentando aproximadamente 30 mil espécies descritas. Tais fungos podem ser encontrados em diversos ambientes, como troncos de árvores e solos úmidos. Muitos deles, como o carvão do milho (*Ustilago* sp.) e a ferrugem do cafeeiro (*Hemileia* sp.), são fitoparasitas, ou seja, parasitam plantas.

Os basidiomicetos caracterizam-se por apresentar **basídios** (do grego *basis*, base), isto é, estruturas reprodutivas responsáveis pela produção dos esporos, denominados **basidiósporos**. Os basídios podem agrupar-se em um corpo de frutificação formando o **basidiocarpo**, parte do cogumelo que fica acima do solo.

Alguns basidiomicetos, como os das espécies *Psilocybe mexicana*, *Psilocybe sebaeruginacea* e *Amanita muscaria*, produzem toxinas e alcaloides potentes e são conhecidos como cogumelos alucinógenos. Outros, como orelhas-de-pau (*Polyporus* sp.), vivem aderidos a madeiras e troncos em decomposição e podem realizar o processo de biorremediação.

Muitas espécies, no entanto, são alimentícias, como o *Agaricus campestris* (conhecido por champignon), muito utilizado na alimentação humana por ser importante fonte de proteínas, vitaminas e sais minerais.



Fungo orelha-de-pau

Existem fungos, denominados **deuteromicetos** (do grego *deuteros*, segundo; *mykes*, fungo), que não apresentam estruturas para a reprodução sexuada. Como tal estrutura é determinante na classificação dos fungos, esses organismos ainda estão sendo estudados, e a nomenclatura deuteromiceto não apresenta valor taxonômico. Esses fungos possivelmente são ascomicetos ou basidiomicetos que perderam a capacidade de desenvolver ascus e basídios.

Esses fungos podem ser encontrados em diferentes ambientes. Algumas espécies são consideradas parasitas de seres humanos, como o *Trycophyton* sp., causador da frieira ou pé de atleta; outras são usadas como fármacos, como o *Penicillium notatum*, matéria-prima da penicilina, primeiro antibiótico usado contra infecções bacterianas.

A penicilina foi desenvolvida, em 1929, pelo bacteriologista escocês Alexander Fleming. Com isso, Fleming ganhou o Prêmio Nobel de Medicina em 1945 e aumentou a expectativa de vida humana.

Reprodução dos fungos

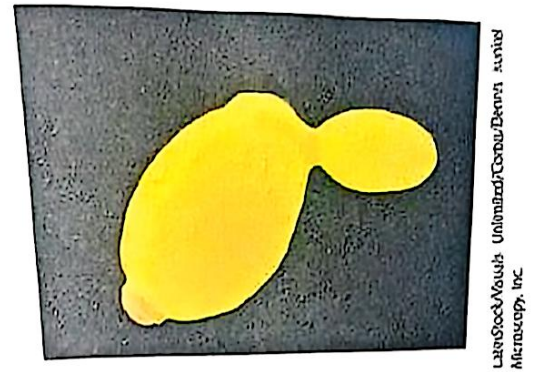
Dependendo da espécie, pode ocorrer o processo reprodutivo assexuado ou o sexuada. Também é possível ocorrer a alternância de gerações ou metagênese.

A alternância de gerações ou metagênese tem sua fase sexuada caracterizada pela união de micélios com diferentes tipos sexuais, formando gametângios (prolongamentos das hifas), cada um contendo vários núcleos haploides. A reprodução assexuada caracteriza-se pela dispersão dos esporos e sua germinação em diferentes locais. Esse tipo de reprodução pode ocorrer, por exemplo, em espécies de fungos zigomicetos e ascomicetos.

Reprodução assexuada

Os fungos unicelulares, como as leveduras, podem realizar a reprodução assexuada por brotamento. Diversos fungos multicelulares formam células reprodutivas, denominadas esporos. Essas células germinam e, após sucessivas mitoses, formam várias hifas, as quais se alongam e constituem novos indivíduos adultos.

Nos fungos aquáticos, os esporos podem ser flagelados (zoósporos), dispersando-se na água. Já nos terrestres, os esporos não apresentam flagelos (aplanósporos). Essas células reprodutivas são produzidas em estruturas especiais denominadas esporângios. Em geral, os esporângios localizam-se acima do micélio, o que facilita a esporulação, ou seja, a dispersão dos esporos.



Levedura em processo de brotamento. Micrografia eletrônica de varredura, com aumento de 2 875x.

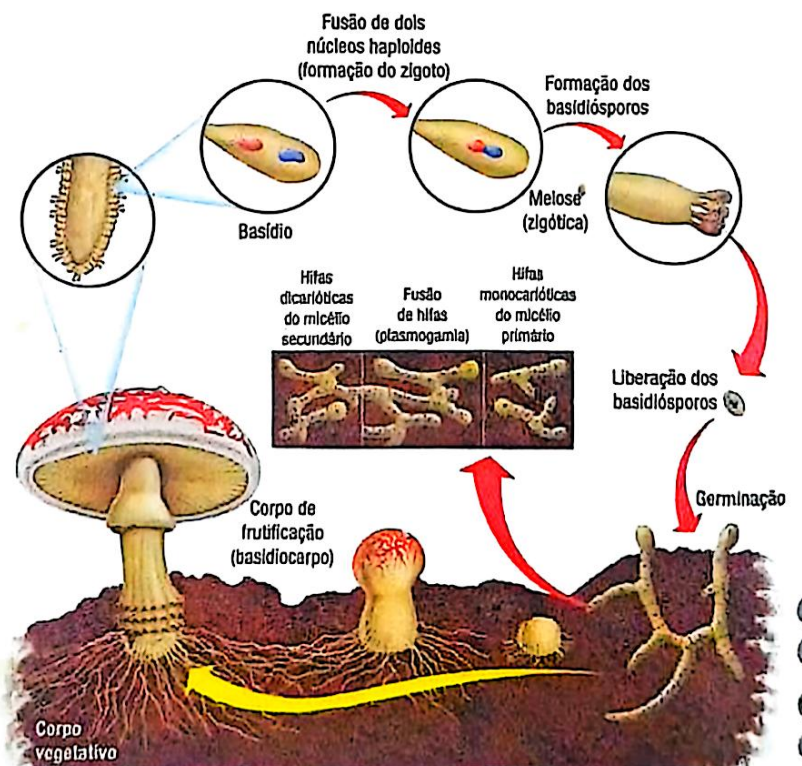
Reprodução sexuada

Em zigomicetos, ascomicetos e basidiomicetos, ocorre o processo sexuado por meio da fusão de hifas. Nesse caso, o zigoto realiza a meiose zigótica, originando esporos haploides que germinam e dão origem a novas hifas também haploides. Essas hifas entrelaçam-se e formam o micélio, que originará o corpo de frutificação.

Nos ascomicetos, o corpo de frutificação denomina-se ascocarpo e, nos basidiomicetos, basidiocarpo. Nos ascomcarpos, ocorre a produção de esporos denominados ascósporos e, nos basidiocarpos, há a produção de basidiósporos.

As etapas do ciclo reprodutivo de um basidiomiceto são as seguintes:

- O micélio passa por duas fases distintas. Em uma delas, as hifas são monocarióticas; ou seja, suas células têm um único núcleo; na outra, elas são dicarióticas, isto é, apresentam dois núcleos celulares. A germinação do esporo origina hifas monocarióticas, que constituem o micélio primário.
- A reprodução sexuada inicia-se com o encontro de dois tipos de hifas sexualmente compatíveis. Ao entrarem em contato, as hifas+ e as hifas- fundem-se (plasmogamia), originando hifas dicarióticas.
- O novo micélio, composto de hifas dicarióticas, denomina-se micélio secundário (dicariótico). Ele forma o corpo vegetativo, que cresce e constitui o corpo de frutificação (basidiocarpo), popularmente conhecido como cogumelo. Essa fase predomina no ciclo de vida dos basidiomicetos.
- Em determinada fase do ciclo, a célula terminal de algumas hifas adquire a forma de uma clava e passa a ser chamada de basídio. Este desenvolve-se na superfície das lamelas localizadas na parte inferior do "chapéu" do cogumelo. Os dois núcleos do basídio ($n + n$) se fundem (cariogamia), dando origem a um zigoto ($2n$). Esse núcleo imediatamente se divide por meiose (zigótica), produzindo quatro núcleos (n).
- Cada núcleo forma um basidiósporo (esporo), que é disperso pelo ar e, ao encontrar condições favoráveis, origina um novo micélio.



Representação esquemática do ciclo reprodutivo de um basidiomiceto da espécie *Amanita muscaria*

Doenças causadas por fungos

Muitas espécies de fungos são parasitas e podem provocar doenças em plantas e animais. Nas plantas, eles invadem os tecidos vegetais, absorvendo substâncias e reduzindo as áreas para a realização da fotossíntese. Isso compromete a produção de sementes e frutos, o que provoca prejuízos na agricultura. Um exemplo é o fungo *Hemileia vastatrix*, responsável pela ferrugem do cafeeiro, doença que destruiu grande parte dos cafezais brasileiros na década de 1970.

Algumas espécies de fungos podem ainda atingir frutas e grãos armazenados, deteriorando-os ou liberando sobre eles substâncias tóxicas, chamadas de micotoxinas. Estas, ao serem ingeridas por seres humanos ou outros animais, podem ser prejudiciais, causando intoxicações e desencadeando doenças, como no caso dos fungos *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*. Esses fungos são produtores de aflatoxinas, grupo de compostos tóxicos considerados metabólitos secundários e que podem ser encontrados em alimentos como amendoim, milho, trigo e nozes. O acúmulo dessas toxinas no corpo humano pode causar necrose aguda, cirrose e carcinoma de fígado.

As micoses podem afetar diferentes tecidos ou órgãos. As mais comuns atingem a pele, as unhas e os cabelos. Como os fungos se encontram em diversos locais, é comum encontrá-los na pele sem que causem problemas. Entretanto, quando encontram condições favoráveis, como umidade, calor e redução da imunidade, os fungos causadores de micoses reproduzem-se e passam a causar a doença.

Seres humanos e outros animais também podem apresentar doenças, denominadas micoses, causadas diretamente por espécies de fungos parasitas. Dependendo do tipo de infecção, podem ocasionar sintomas e danos graves ao corpo. As micoses humanas mais comuns são pé de atleta ou frieira e candidíase.

- **Pé de atleta ou frieira:** causada pelos fungos *Tricophyton* sp. e *Tinea pedis*, cresce na pele entre os dedos formando manchas vermelhas, descamação e rachaduras. Determinadas bactérias podem se desenvolver nas lesões, agravando os sintomas. O fungo é transmitido por contato direto com lesões de pessoas infectadas ou superfícies contaminadas, principalmente em banheiros e vestiários. Ele também pode se desenvolver em outras regiões do corpo, como virilhas e couro cabeludo, ocasionando queda de cabelo nas áreas afetadas. Nessas regiões do corpo, como entre os dedos, a temperatura é maior e a umidade do suor pode ficar acumulada, criando, assim, as condições ideais para o crescimento de fungos.
- **Candidíase:** é causada pelo fungo da espécie *Candida albicans*, que está naturalmente presente na pele e mucosas humanas, como boca, sistema respiratório, intestino e região genital. No entanto, ele se distingue por seu caráter oportunista, ou seja, a candidíase se desenvolve quando o corpo está debilitado por outras doenças, estresse ou pelo uso de alguns tipos de medicamentos. Nas crianças, a candidíase também é chamada de sapinho e atinge, principalmente, a mucosa oral pelo fato de as crianças pequenas levarem, com frequência, objetos e as mãos sujas à boca. O principal sintoma da candidíase oral é a formação de placas brancas e aftas na boca.

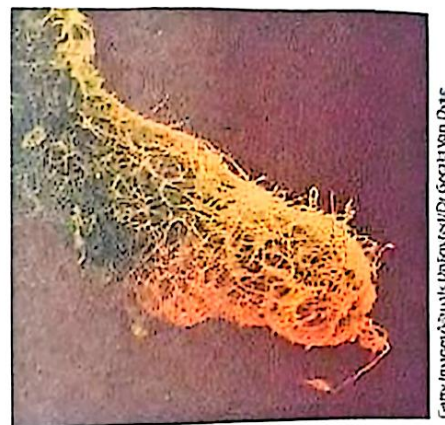
Importância ecológica dos fungos

Assim como as bactérias, os fungos sapróbios, que se alimentam de matéria orgânica morta, desempenham um importante papel nos ecossistemas, pois são decompositores. Dessa maneira, os elementos químicos que compõem a matéria orgânica podem retornar aos ciclos de nutrientes, tornando-se disponíveis novamente para serem absorvidos por outros seres vivos.

Outra importante função dos fungos na natureza pode ser verificada nas micorrizas, em que se associam às raízes das plantas, auxiliando na absorção de minerais. As plantas, por sua vez, fornecem aos fungos substâncias que são essenciais para seu crescimento, como a glicose proveniente da fotossíntese.

Essa relação com os fungos auxilia a planta na absorção de nutrientes e água do solo, aumentando sua capacidade de sobreviver a condições desfavoráveis e auxiliando na resistência a micro-organismos patogênicos. Por isso, a formação de micorrizas aumenta a produtividade agrícola e diminui a necessidade de fertilizantes industriais.

Outra relação que se estabelece entre fungos e plantas acontece com as espécies de fungos denominados endofíticos. Esses organismos podem viver em folhas ou em outras partes do vegetal sem lhe causar danos. Entretanto, eles produzem substâncias tóxicas que inibem a alimentação de animais herbívoros.



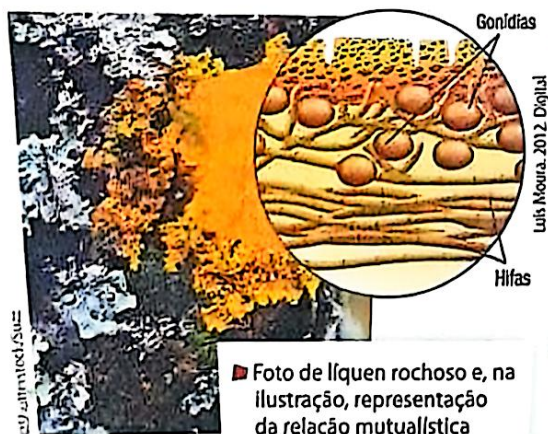
Getty Images/Visuals Unlimited/Dr. Gerald Van Dye

■ Raiz de planta envolvida por fungo formando uma micorriza. Micrografia eletrônica de varredura, com aumento de 200x, colorida artificialmente.

Líquens

São associações mutualísticas entre fungos (geralmente ascomicetos) e algas (principalmente clorófitas) ou cianobactérias. Na formação do líquen, as hifas dos fungos revestem e protegem as células das algas, formando um conjunto homogêneo e harmonioso que dá ao líquen o aspecto de um único ser vivo. Nessa relação mutualística, a alga fornece glicose ao fungo, e este a auxilia na retenção de umidade e na absorção de sais minerais, além de lhe fornecer proteção. Assim, o líquen consegue sobreviver a condições ambientais em que as algas e os fungos não conseguiriam sobreviver separadamente.

Os líquens reproduzem-se assexuadamente por meio de sorédios, pequenos fragmentos que contêm hifas do fungo e células da alga (gonídias). Depois de separados, os sorédios espalham-se com o vento e, ao encontrarem um substrato com nutrientes adequados, crescem e formam novos líquens.



■ Foto de líquen rochoso e, na ilustração, representação da relação mutualística entre as algas e os fungos

Muitos líquens produzem ácido liquênico, capaz de degradar as rochas que lhes servem de substrato. Isso auxilia na fertilização do solo, proporcionando o desenvolvimento de plantas e, consequentemente, a colonização de um ambiente com poucas formas de vida (sucessão ecológica). Os líquens são muito importantes como colonizadores de áreas degradadas e como fonte de alimento para animais de ambientes frios e com pouca umidade, nos quais há poucas plantas para alimentação.

Os líquens são extremamente sensíveis à poluição ambiental, motivo pelo qual são considerados bioindicadores da qualidade do ar. Por isso, um ambiente com poucos líquens pode indicar que o ar esteja poluído.

Atividades

1. (UEFS – BA) Considerando-se a biologia dos fungos, analise as afirmativas e marque com V as verdadeiras e com F as falsas.

(F) Possuem parede celular formada, fundamentalmente, de celulose e hemicelulose.

(✓) Constituem um reino criado em função de suas peculiaridades que incluem a forma de nutrição.

(✓) Desempenham importante papel ecológico, atuando no ciclo da matéria.

(F) Apresentam pequena variabilidade genética decorrente de estratégia reprodutiva assexuada, que lhe garante colônias numerosas.

A alternativa que indica a sequência correta, de cima para baixo, é a

a) F F V V

d) V V F F

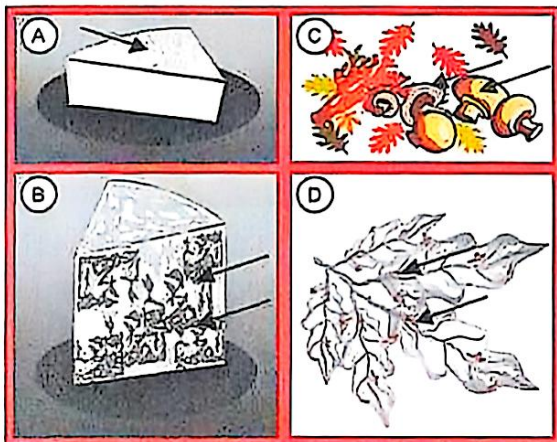
b) F V V F

e) V V V V

c) V V V F

2. (UFRJ) Um dos armários do laboratório da escola apareceu com pontos e fios brancos em suas portas, do lado interno. Um dos alunos identificou os pontos e os fios brancos como sendo um tipo de mofo. Para eliminá-lo, passou um pano embebido em álcool na porta, até limpá-la totalmente. Na semana seguinte, para surpresa do aluno, os pontos e fios reapareceram. A partir dos seus conhecimentos a respeito da estrutura e biologia dos fungos, explique por que o mofo reapareceu.

3. (UFPE) Na figura abaixo estão ilustrados: a capa avermelhada que se forma no queijo tipo *camembert* (A), os veios do queijo *roquefort* (B), um organismo venenoso denominado *Amanita phalloides* (C) e folhas de café apresentando a doença conhecida como ferrugem (D). Sobre este assunto podemos afirmar.



(0-0) Na fabricação de queijo tipo *camembert* (A) são utilizados fungos ascomicetos do gênero *Penicillium*.

(1-1) As micorrizas, associações mutualísticas de fungos deuteromicetos, são responsáveis pelo desenvolvimento dos veios caracteristicamente observados no queijo *roquefort* (B).

(2-2) *Amanita phalloides* (C) é um fungo ficomiceto. Os fungos ficomicetos são conhecidos popularmente como cogumelos.

(3-3) A ferrugem do café (D) é causada por um fungo basidiomiceto, denominado *Candida albicans*, também encontrado em outras plantas economicamente importantes.

(4-4) O caso mostrado em (D) revela uma relação ecológica do tipo inquilinismo.

4. Sobre as micoses que acometem os seres humanos, assinale a alternativa correta.

- a) Os fungos causam infecções graves, que são transmitidas por contato com gotículas de saliva e objetos contaminados.
- b) O pé de atleta ou frieira pode afetar a pele e mucosas humanas, como boca, sistema respiratório, intestino e região genital.
- c) Secar bem o corpo após o banho, não compartilhar toalha ou roupas com pessoas que tenham micose, usar roupas que não retenham suor são formas de evitar micoses.
- d) As micoses são causadas pela associação mutualística entre fungos e bactérias que parasitam tecidos humanos.
- e) A candidíase, causada pelo fungo da espécie *Candida albicans*, é uma lesão na pele entre os dedos com descamação, podendo ser ocasionada pelos fungos *Tricophyton* sp. e *Tinea pedis*.

5. (UNICAMP – SP) Os fungos são organismos eucarióticos heterotróficos unicelulares ou multicelulares. Os fungos multicelulares têm os núcleos dispersos em hifas, que podem ser contínuas ou septadas, e que, em conjunto, formam o micélio.

- a) Mencione uma característica que diferencie a célula de um fungo de uma célula animal, e outra que diferencie a célula de um fungo de uma célula vegetal.

- b) Em animais, alguns fungos podem provocar intoxicação e doenças como micoses; em plantas, podem causar doenças que prejudicam a lavoura, como a ferrugem do café, a necrose do amendoim e a vassoura-de-bruxa do cacau. Entretanto, os fungos também podem ser benéficos. Cite dois benefícios proporcionados pelos fungos.

Reino Plantae

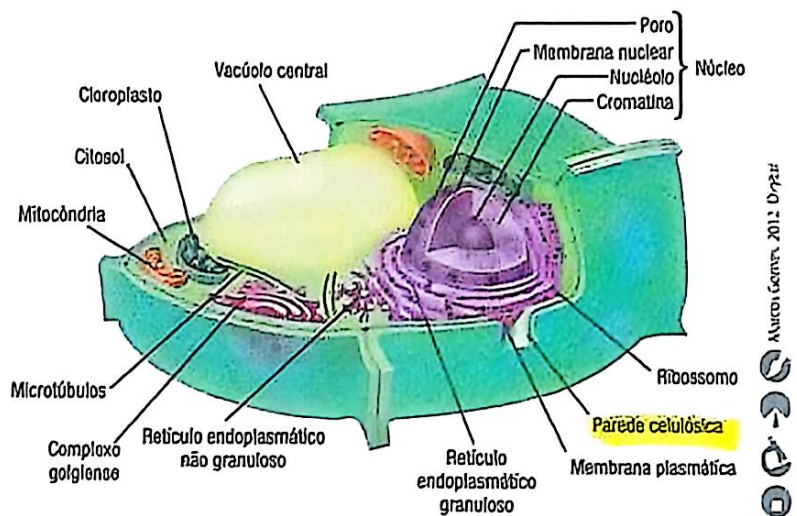
As plantas estão presentes em praticamente todos os ambientes terrestres e algumas espécies também são encontradas em ambientes aquáticos. Ao realizarem fotossíntese, convertendo energia solar em energia química, elas podem transferir essa energia na forma de alimento para outras espécies, além de disponibilizar oxigênio para a atmosfera. Sem as plantas, a atmosfera e o clima da Terra seriam bem diferentes.

Existe uma grande diversidade de plantas, que, assim como os animais, adaptam-se às mais diversas condições ambientais. Além disso, apresentam inúmeros tipos de interações com outros seres vivos.

Características gerais e sistemática das plantas

As plantas são organismos eucariontes, pluricelulares e autótrofos que produzem seu próprio alimento por meio do processo de fotossíntese, utilizando substâncias inorgânicas e luz solar.

As células vegetais apresentam algumas particularidades, como presença de parede celular celulósica, vacúolos e diferentes tipos de plastos. Entre eles, destacam-se os cloroplastos, estruturas que se encontram nas partes expostas à luz, principalmente em folhas e caules jovens, e são repletas de clorofila, pigmento que capta a energia da luz solar.



Representação esquemática da estrutura de uma célula vegetal

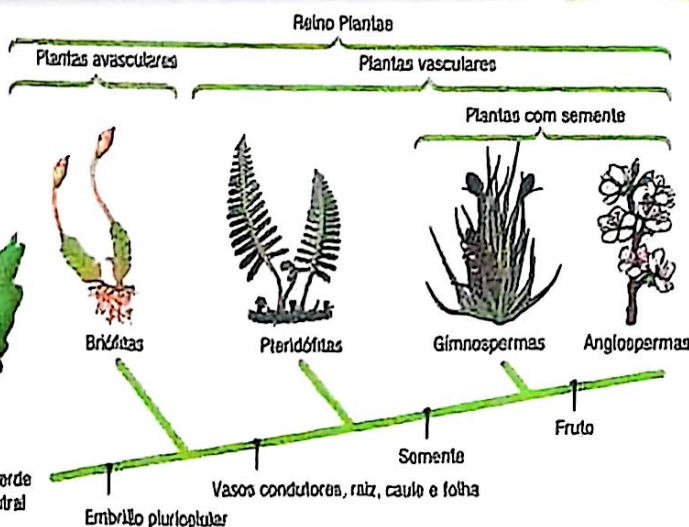
Os tecidos vasculares formam os vasos condutores por onde as seivas (bruta e elaborada) circulam nas plantas. A seiva bruta é composta, principalmente, de água e sais minerais absorvidos pelas raízes do solo; e a seiva elaborada é formada sobretudo por glicose produzida na fotossíntese.

As diferentes células vegetais formam vários tipos de tecidos e órgãos, como folhas, raízes, caule, flores, frutos e sementes. A presença desses diferentes órgãos e de tecidos vasculares, que transportam água e nutrientes, são os critérios utilizados para a classificação das plantas. Assim, as plantas sem vasos condutores de seiva denominam-se

avasculares (do grego *a*, negação; do latim *vasculum*, veia diminuta); e as com vasos condutores, vasculares.

As plantas, muito provavelmente, evoluíram de uma alga verde. Observe, no cladograma ao lado, os principais grupos de plantas e algumas de suas características.

O ciclo de vida das plantas apresenta alternância de gerações haploide (n) e diploide ($2n$). Os indivíduos haploides denominam-se gametófitos (n), pois formam gametas que se unem na fecundação, dando origem a um zigoto diploide. Quando o zigoto se

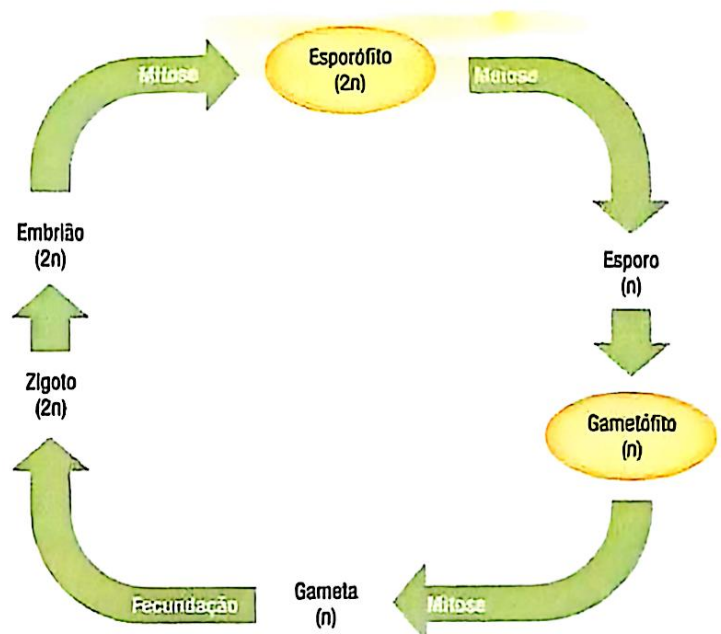


Representação de cladograma que mostra as relações filogenéticas entre os grupos pertencentes ao Reino Plantae

desenvolve por meio de sucessivas mitoses em um indivíduo diploide, denomina-se **esporófito (2n)**. No esporófito adulto, as células se dividem por **meiose espórica**, originando os **esporos (n)**. Cada esporo forma um **gametófito**, completando o ciclo.

A **meiose espórica** recebe essa denominação por se tratar de um tipo especial de **meiose** que ocorre nas plantas para a formação de **esporos**, e não de gametas.

Nos diferentes grupos de plantas, a duração das fases e a estrutura do gametófito e do esporófito são variáveis. Nas **gimnospermas e angiospermas**, por exemplo, que surgiram mais recentemente em termos evolutivos, a fase de gametófito (n) é **reduzida e formada por poucas células**, sendo o **esporófito (2n)** a estrutura principal de sobrevivência.



Representação esquemática da alternância de gerações em plantas

Briófitas

As briófitas (do grego *bryon*, musgo; *phyton*, planta) são **plantas avasculares**, pois não têm vasos condutores de seivas. Apresentam tamanho reduzido e, segundo evidências, evoluíram das algas clorofíceas (verdes) e, possivelmente, deram início à conquista do ambiente terrestre. As briófitas são classificadas em três divisões:

- Bryophyta – musgos;
- Hepatophyta – hepáticas;
- Anthocerophyta – antóceros.

Na Botânica, usa-se tradicionalmente o termo **divisão** para designar um filo, pois ambos representam o mesmo grupo taxonômico. Embora na Zoologia se utilize preferencialmente o termo **filo**, o conceito é de utilização universal, aplicável em toda a Biologia.



Planta hepática do gênero *Marchantia* (A), antóceros do gênero *Anthoceros* com esporófito alongado que pode chegar a 10 cm (B) e musgo do gênero *Sphagnum* com esporófitos evidentes (C)

O tamanho reduzido das briófitas deve-se à ausência de vasos condutores. A água e os sais minerais são absorvidos e transportados de célula a célula. Quando a planta perde água pela evaporação, a reposição por absorção ocorre lentamente. O transporte de água (por osmose) e nutrientes (por difusão) também é lento, pois não há um sistema de distribuição, como ocorre nas plantas vasculares. Dessa forma, as plantas avasculares são pequenas e habitam, principalmente, locais úmidos e sombreados, não existindo nenhuma espécie marinha.

Os musgos constituem as briófitas mais comuns, apresentando órgãos semelhantes à raiz, ao caule e às folhas, denominados, respectivamente, rizoide, caulóide e filóide.

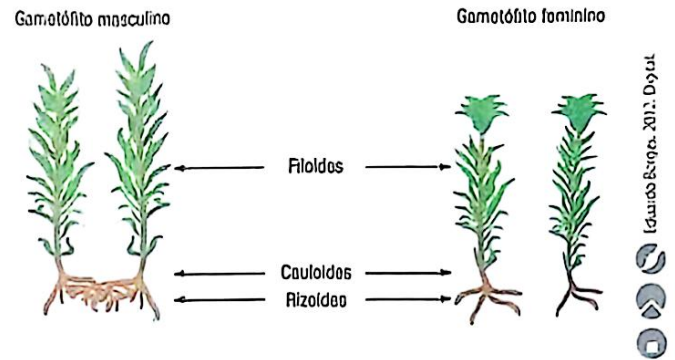
Algumas briófitas crescem rentes à superfície cobrindo o solo, as rochas e as árvores, formando o que se pode denominar "tapete verde". Isso possibilita a absorção e retenção de água e a diminuição do impacto das gotas da chuva, o que evita a erosão do solo. Outras habitam as margens dos rios, auxiliando na absorção da água e retendo partículas em suspensão.

Existem espécies que têm a capacidade de concentrar metais pesados, como o mercúrio, e outras que podem reter poluentes do ar. Por serem muito sensíveis aos resíduos tóxicos, são excelentes indicadores de poluição ambiental.

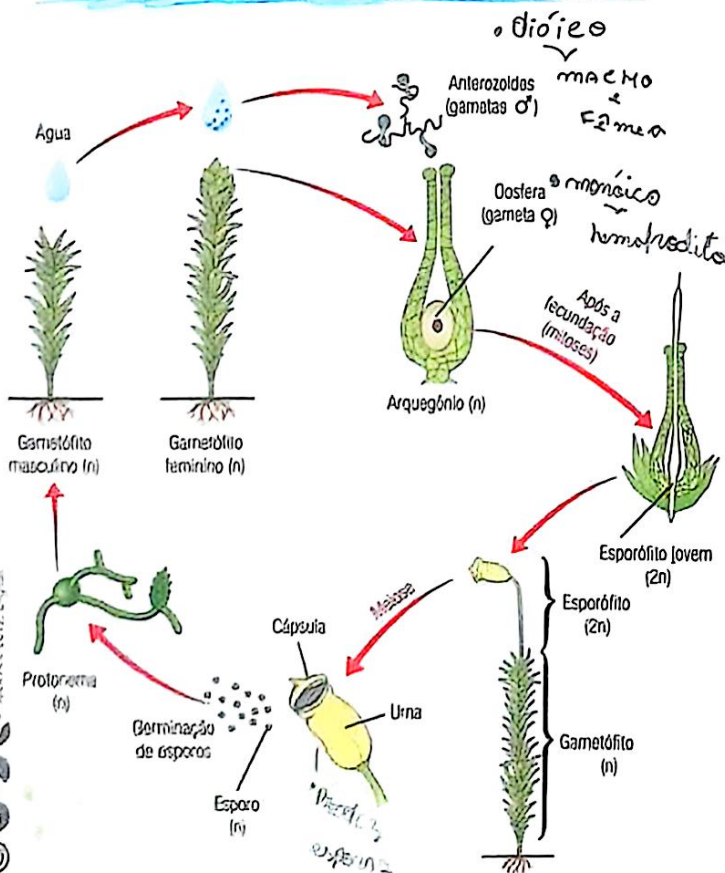
Ciclo de vida das briófitas *a Dióicos e gametófitos.*

No ciclo reprodutivo das briófitas, a fase duradoura e que representa a planta desenvolvida recebe a denominação de gametófito, o qual é considerado uma estrutura haploide (n), sendo responsável pela formação dos gametas por mitose. Os gametófitos são dióicos e apresentam apenas a estrutura reprodutora masculina ou feminina.

Na fase de vida temporária, forma-se o esporófito diploide ($2n$), responsável pela formação dos esporos (n). O esporófito tem vida passageira e atua somente na reprodução. Além disso, ele não vive sozinho, desenvolvendo-se apenas sobre o gametófito feminino, do qual obtém nutrientes. Na cápsula do esporófito, encontra-se uma estrutura denominada esporângio, onde ocorre a meiose esporica, formando os esporos. Depois de formados, os esporos são liberados por meio do opérculo, que se abre na cápsula.



Representação esquemática da estrutura de um musgo



Representação esquemática do ciclo de vida de um musgo

Ao caírem em local úmido, eles germinam e, por mitoses sucessivas, formam um filamento denominado protonema (haploide). De cada protonema, desenvolve-se um gametófito. Desse modo, existem protonemas que formam gametófitos masculinos e protonemas que originam gametófitos femininos.

Os gametófitos apresentam, em seus ápices, os gametângios, órgãos especializados na produção de gametas. O gametângio masculino, chamado anterídio, forma os gametas masculinos (anterozoides), que são móveis, pois apresentam dois flagelos. Já o gametângio feminino, denominado arquegônio, forma apenas um gameta feminino (oosfera), que é imóvel.

Quando os anterídios se rompem, liberam os anterozoides, que necessitam de meio líquido para se deslocar até a oosfera. Assim, a fecundação é dependente de água. Em seguida, forma-se o zigoto, que se divide inúmeras vezes por mitoses, formando o embrião. Como o desenvolvimento embrionário ocorre no gametófito feminino, apenas ele origina o novo esporófito.

Turfa

É um composto formado pela decomposição incompleta de materiais orgânicos de plantas envolvidas pelo musgo do gênero *Sphagnum*. A turfa está presente em regiões alagadas de todo o mundo, inclusive no Brasil. Os depósitos de turfa são denominados turfeiras, e esse material pode ser extraído, processado e utilizado na fabricação de fertilizantes, substrato para o cultivo de plantas e fungos, além de ser queimado para o fornecimento de energia.



Turfeiras

Pteridófitas

floema: semi-elaborada

As pteridófitas (do grego *ptēris*, feto; *phyton*, planta) surgiram, possivelmente, há pouco mais de 300 milhões de anos e são consideradas as primeiras plantas bem-adaptadas ao ambiente terrestre. Isso se deve à presença de sistema vascular, cutícula (que diminui a perda de água) e tecidos de sustentação.

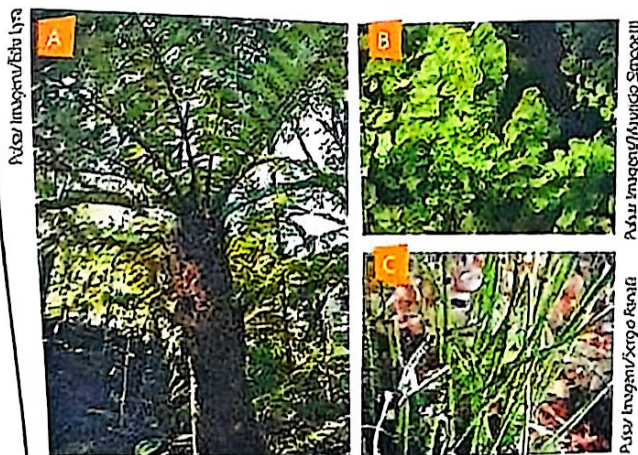
De modo geral, os representantes desse grupo têm raízes, caule e folhas percorridos internamente pelo sistema condutor de seiva. Por isso, as pteridófitas são chamadas de vasculares ou traqueófitas (de traqueia, relativo aos vasos condutores de seiva nas plantas; e do grego *phyton*, planta). O termo traqueófito refere-se à presença de traqueídes, conjunto de células que transportam água e sais minerais com maior eficiência.

As pteridófitas mais conhecidas são as samambaias, as avenças e os xaxins, havendo ainda os licopódios, as cavalinhas e as selaginelas. Essas plantas são muito comuns nas matas brasileiras e estão distribuídas por todas as regiões, vivendo, preferencialmente, em ambientes úmidos e sombreados, pois, assim como as briófitas, necessitam de água para realizar a reprodução.

Quarta - 13 de Abril

As pteridófitas, possivelmente, surgiram de um ramo paralelo ao das briófitas, a partir de um ancestral comum (alga verde). Elas são classificadas em Pterophyta ou Pteridophyta e Lycophyta ou Lycopodiophyta.

- Pterophyta ou Pteridophyta: samambaias, avenças, xaxins e cavalinhas.



Samambaiçu (A), avença (B) e cavalinha (C)

- Lycophyta ou Lycopodiophyta: selaginelas e licopódios.



Licopódio (A) e selaginela (B)

Ciclo de vida das pteridófitas

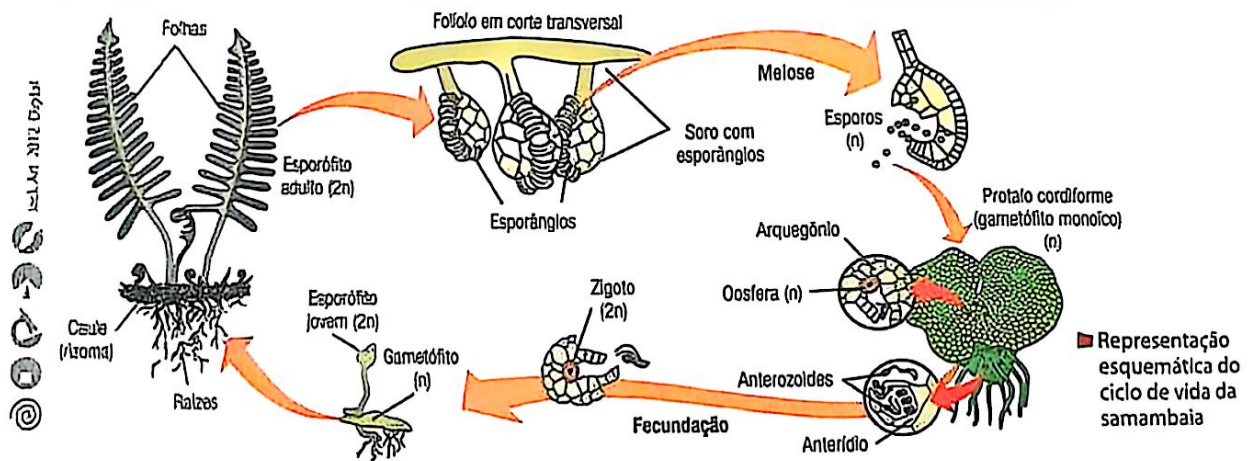
O ciclo reprodutivo das pteridófitas depende de água e envolve a alternância de gerações ou alternância de fases. Entretanto, o esporófito ($2n$) é mais desenvolvido e corresponde à planta adulta, sendo a fase dominante. O gametófito é reduzido e tem vida curta.

A redução do gametófito nas plantas é uma tendência evolutiva e de maior ocorrência nas angiospermas.

Quando as samambaias (pteridófitas mais conhecidas e amplamente distribuídas) estão aptas à reprodução, seus esporos são produzidos na face inferior dos folíolos, em estruturas denominadas soros. Nos soros, existem diversos esporângios, nos quais as células diploides se dividem por meiose esporofítica, formando os esporos haploides. Quando secam, os esporângios se rompem e liberam os esporos, que, ao caírem em locais úmidos, germinam e originam o gametófito.

O gametófito das samambaias, denominado protalo, é uma fina lâmina com cerca de 1 cm e aspecto cordiforme (forma de coração). Além disso, é monoico, pois apresenta anterídios produtores de anterozoides e arquegônios formadores de oosferas. Esses órgãos sexuais localizam-se na face ventral do protalo, aquela que mantém contato com o solo.

Quando há a umidade necessária, os anterozoides (n) são transportados ao arquegônio e ocorre a fecundação: da oosfera (n). Desse modo, forma-se o zigoto, que se desenvolve em um jovem esporófito no momento em que o gametófito se degenera, pois já cumpriu sua função. O esporófito cresce formando uma samambaia adulta.



Gimnospermas

Há cerca de 250 milhões de anos, iniciou-se a evolução do primeiro grupo de plantas com sementes: as gimnospermas (do grego *gymnos*, nu; *sperma*, semente). Essas plantas passaram a dominar a paisagem terrestre, pois suas sementes constituem um abrigo para o embrião, que se desenvolve somente quando as condições ambientais são adequadas. Contudo, as sementes das gimnospermas não estão abrigadas no interior de frutos. Por isso, diz-se que esse grupo de plantas apresenta sementes "nuas".

Além das sementes, as gimnospermas apresentam elementos reprodutivos reunidos em ramos unissexuados (masculinos ou femininos), denominados estróbilos. Os estróbilos femininos das araucárias são popularmente conhecidos como pinhas e produzem sementes comestíveis, que recebem o nome de pinhões. Tais sementes originam-se de araucárias femininas, pois as plantas masculinas produzem estróbilos com grãos de pólen para a reprodução. Nos pinus, a produção de estróbilos masculinos e femininos se dá na mesma planta, pois são espécies monoicas.

Pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) e seus estróbilos feminino (acima) e masculino (embaixo)



As gimnospermas mais conhecidas são árvores (coníferas) de grande porte, como araucárias, pinus, cedros, ciprestes e sequoias. Essas plantas habitam principalmente regiões temperadas, onde formam florestas de coníferas. Apesar de já estar bem reduzida, a maior parte dessas florestas encontra-se espalhada pela Ásia, Europa e América do Norte.

No Brasil, sobretudo na Região Sul, existe a Mata de Araucárias. Contudo, essa formação vegetal também ocorre, em menor quantidade, em elevadas altitudes da Região Sudeste. Caracteriza-se pela grande ocorrência do pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*). Em relação à classificação, as cerca de 840 espécies atuais de gimnospermas são divididas em Coniferophyta, Cycadophyta, Gnetophyta e Ginkgophyta.

			
Coniferophyta Árvores de grande porte que habitam, principalmente, regiões temperadas, formando florestas de coníferas. Exemplos: pinheiros, ciprestes, cedros e sequoias (foto).	Cycadophyta Assemelham-se a pequenas palmeiras, muito usadas em ornamentação. Exemplo: cicadáceas, com um único gênero <i>Cycas</i> (foto).	Gnetophyta Pequeno grupo de gimnospermas (com cerca de 70 espécies) que habita, principalmente, desertos. Exemplo: gnetáceas, como o gênero <i>Welwitschia</i> (foto).	Ginkgophyta Comuns na China e no Japão, podem atingir 30 m de altura ou mais e têm folhas em formato de leque. Exemplo: ginkgoáceas, com uma única espécie <i>Ginkgo biloba</i> (foto).

Conexões

[...]

O desafio final das árvores é encontrar um meio de espalhar seus rebentos, uma vez que não podem andar ou se mover. As primeiras espécies usavam o vento para espalhar esporos, à semelhança dos fungos. O problema é que os esporos necessitam de condições adequadas para germinar – em geral precisam cair em lugares úmidos, como brejos ou charcos. Em climas secos, esse é um grande problema. Até que cerca de 360 milhões de anos atrás, as árvores chegaram a uma solução bem melhor: as sementes.

Diferentemente dos esporos, as sementes contêm um embrião de árvore parcialmente formado e um estoque alimentar substancial de açúcar, proteínas e gorduras. O embrião [...] é encerrado em uma casca (a “testa”), pronto para uma viagem às vezes épica, usando um dos vários sistemas de transporte alternativos [...].

As sementes aumentam muito as chances de reprodução da árvore. São mais resistentes que os esporos, e conseguem sobreviver às secas, trazem consigo suas próprias rações de alimentos [...]. As primeiras árvores a produzir sementes foram as cicadáceas, cuja origem remonta há 270 milhões de anos – justamente quando surgiram os primeiros dinossauros. [...]

Ciclo de vida das gimnospermas

Nas gimnospermas, a planta adulta corresponde ao esporófito ($2n$), que representa a fase dominante. Esse grupo de plantas **não depende mais da água para a reprodução, como as briófitas e as pteridófitas, e o gametófito é reduzido e tem vida curta.**

O grão de pólen não é um gameta masculino, mas uma estrutura bicelular. Cada grão de pólen constitui um gametófito masculino imaturo originado por mitose e contém, em seu interior, duas células haplóides. Uma delas é maior e corresponde à célula vegetativa, responsável pela formação do tubo polínico. A outra, a célula germinativa (ou reprodutiva), é menor e sua finalidade é a formação dos gametas masculinos, denominados núcleos gaméticos. Após a polinização, o grão de pólen germinante constitui o gametófito masculino maduro.

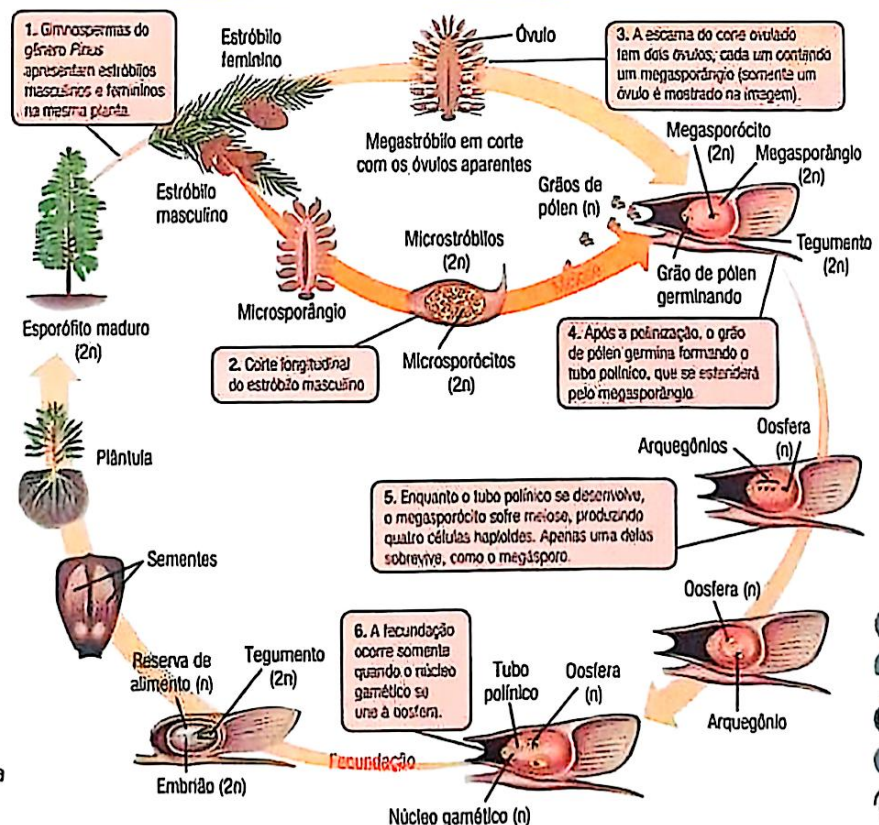
Como exemplo, será utilizado o ciclo de vida da gimnosperma do gênero *Pinus*, que apresenta os dois tipos de estróbilos em uma mesma árvore e os esporângios dentro deles. Nessa espécie, os estróbilos masculinos (microstróbilos) geralmente são encontrados nos ramos mais baixos; e os estróbilos femininos (megastróbilos), nos ramos mais altos.

Inicialmente, os microsporócitos ($2n$) (células-mãe dos grãos de pólen) sofrem meiose nos microstróbilos, produzindo micrósporos (n). Cada micrósporo, por sua vez, se desenvolve em um grão de pólen contendo, em seu interior, um gametófito masculino. Após a abertura do estróbilo, o pólen das coníferas é levado pelo vento para que possa ocorrer a fecundação e a formação da semente.

No megastróbilo, os megasporócitos ($2n$) (células-mãe dos megásporos) sofrem meiose e produzem megásporos (n) no interior das oosferas. Os megásporos viáveis desenvolvem-se em gametófitos femininos, que contêm dois ou três arquegônios e uma oosfera, os quais permanecem retidos dentro do esporângio.

Quando as oosferas estão maduras e os grãos de pólen chegam ao megasporângio, estes germinam e formam o tubo polínico, que se estende até o gametófito feminino. A fecundação ocorre quando o núcleo espermático do grão de pólen (n), levado pelo tubo polínico, se funde com a oosfera (n). Esse processo geralmente acontece um ano após a polinização. O óvulo forma a semente, composta de um embrião, reserva nutritiva e estrutura de revestimento (casca). A semente, ao germinar, dá origem a uma nova planta, o esporófito ($2n$).

■ Representação esquemática do ciclo de vida de uma gimnosperma



As principais adaptações evolutivas no desenvolvimento das gimnospermas são:

- aumento da duração da fase esporófitica;
- existência de semente, que abriga o embrião protegido, possibilitando a dispersão por diferentes áreas;
- presença de grão de pólen, indicando a independência de água para a locomoção dos gametas.

A carreira em Engenharia Florestal

O engenheiro florestal é um profissional capacitado a analisar e estudar a dinâmica das florestas e seus ecossistemas. A partir desse estudo, o engenheiro florestal desenvolve projetos de exploração dos recursos florestais com o objetivo de minimizar os impactos ambientais.

O engenheiro florestal pode atuar com a ecologia aplicada. Nessa área ele estuda e gerencia parques e reservas florestais, administra os processos de exploração com o foco em preservar os recursos naturais e ainda recupera áreas degradadas.

[...]

No manejo florestal, o engenheiro atua na elaboração e desenvolvimento de projetos de reflorestamento, com o objetivo de aumentar a produtividade de empresas de plantio e comércio de árvores e madeiras brutas. Para isso ele pesquisa sobre sementes, insumos e melhoramento genético.

No campo da pesquisa e desenvolvimento, este engenheiro desenvolve novas tecnologias de produtos florestais, melhorando o aproveitamento, a extração e a industrialização de madeiras e outros produtos da floresta, como óleos e resinas. [Também] pode atuar na área de educação ambiental e ecoturismo, trabalhando em instituições de ensino, empresas privadas e públicas.

[...]

GUIA DA CARREIRA. A carreira em Engenharia Florestal. Disponível em: <<http://www.guiadacarreira.com.br/artigos/profissao/engenharia-florestal/>>. Acesso em: 25 maio 2015.

Angiospermas

As angiospermas (do grego *angion*, recipiente; *sperma*, semente) são plantas cuja semente é protegida pelo fruto. Além disso, apresentam flores com estruturas reprodutivas responsáveis pela formação dos frutos e das sementes.

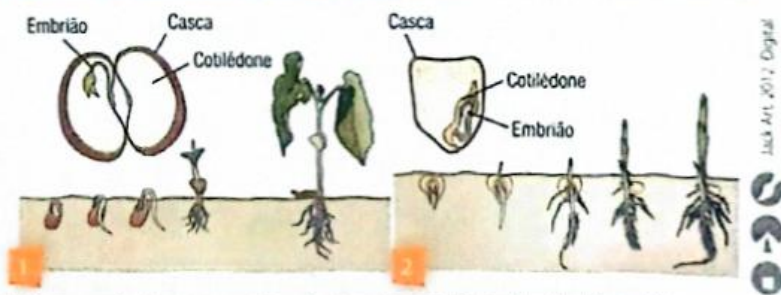
As angiospermas formam o grupo de plantas mais abundante do Reino Plantae, com aproximadamente 270 mil espécies, representando cerca de 90% das plantas conhecidas. Surgido, provavelmente, há cerca de 130 milhões de anos, a rápida diversificação desse grupo o levou a ser dominante na vegetação mundial, desenvolvendo-se em regiões frias, temperadas e tropicais. Como exemplos, podem ser citados a laranjeira, o limoeiro, a macieira, o arroz, o milho, o trigo, a palmeira, o feijoeiro, o coqueiro e o tomateiro.

Esse diverso grupo de plantas está dividido em dois grupos principais: as **monocotiledôneas** (liliopsidas), com cerca de 90 mil espécies, e as **eudicotiledôneas** (magnoliopsidas), com aproximadamente 200 mil espécies descritas. Essa classificação baseia-se, entre outras características, no número de cotilédones no interior da semente.

O cotilédone é uma folha embrionária que apresenta reservas nutritivas (principalmente amido), que são utilizadas pelo embrião em seu desenvolvimento inicial.

Na face lateral da semente das monocotiledôneas, como o milho, existe um embrião que é nutrido por somente um cotilédone. Por isso, o milho é um típico exemplo de monocotiledônea. Além dele, existem outras monocotiledôneas bem conhecidas, como bambu, grama, palmeira, lírio, coqueiro, açaizeiro, orquídea, arroz e cana-de-açúcar.

Nas eudicotiledôneas, existem dois cotilédones dentro da semente. Como exemplos, podem ser citados feijoeiro, soja, cacto, limoeiro, goiabeira, ervilha, amendoim, tomateiro, laranjeira e figueira.



Representação esquemática da germinação de eudicotiledônea (1) e monocotiledônea (2)

Flor

Uma das principais características das angiospermas é a presença de **flores**, conjunto de folhas modificadas (verticilos florais) para a reprodução.

A flor prende-se ao caule pelo **pedúnculo**, que é seu eixo de sustentação. A extremidade alargada do pedúnculo denomina-se **receptáculo floral** e serve para a fixação das folhas modificadas ou peças florais, as quais geralmente são dispostas em círculo, formando os verticilos florais protetores e reprodutores.

Uma flor completa apresenta órgãos sexuais femininos e masculinos. Por isso, é considerada **monóclina** (do grego *monos*, um; *klynein*, leito conjugal) ou **hermafrodita**. Sua estrutura é constituída por um conjunto de peças florais: sépalas, pétalas, estames e carpelos.

Verticilos protetores

Atuam envolvendo e protegendo as outras peças florais. Estão divididos em:

- **cálice** – verticilo mais externo formado pelo conjunto de **sépalas**. As sépalas geralmente são verdes, mas em algumas espécies podem ser coloridas;
- **corola** – verticilo floral formado pelo conjunto de **pétalas**. De modo geral, as pétalas são coloridas.

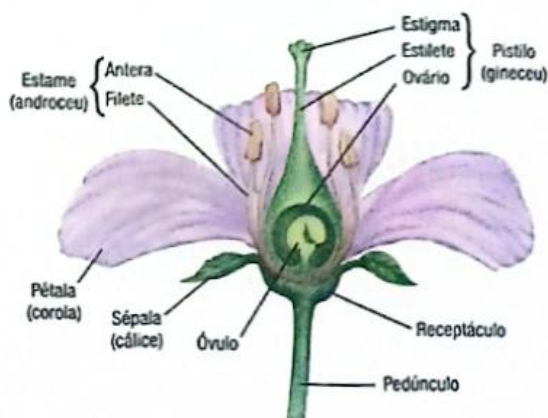
O conjunto de pétalas e sépalas denomina-se **perianto** (do grego *peri*, ao redor; *anthos*, flor). De maneira geral, as monocotiledôneas apresentam sépalas e pétalas da mesma cor (tépalas), variando a forma e a disposição. Nesse caso, quando pétalas e sépalas são iguais, o conjunto denomina-se **perigônio** (do grego *peri*, ao redor; *gónos*, geração).

Verticilos reprodutores

Estão relacionados à reprodução da planta, sendo divididos em:

- **androceu** (do grego *andros*, masculino) – conjunto de órgãos reprodutores masculinos, representados pelos **estames**. O estame é uma longa folha modificada constituída pelo filete (haste de sustentação) e pela antera, região que protege os quatro sacos polínicos, onde ocorre a produção dos grãos de pólen;
- **gineceu** (do grego *gyné*, mulher) – conjunto de órgãos reprodutores femininos constituídos por folhas modificadas, denominadas **carpelos**, que

forma o **pistilo**. Cada pistilo é composto de estigma, estilete, ovário e óvulo. O estigma é a região superior e viscosa que recebe os grãos de pólen, o estilete é a haste de sustentação, e o ovário é a porção inferior e dilatada que protege o(s) óvulo(s).



■ Representação esquemática das estruturas florais

Assim como as espécies de plantas são muito variadas, elas podem apresentar uma grande diversidade de estruturas florais. Algumas flores, por exemplo, não apresentam sépalas nem pétalas, apenas estames e carpelos. Desse modo, são chamadas de **flores incompletas**. É o caso das flores de muitas monocotiledôneas, como milho, grama-de-jardim e arroz.

Existem também espécies que apresentam as partes masculina (estames) e feminina (pistilo) em flores diferentes, as quais podem crescer na mesma planta ou em plantas separadas. Nesse caso, as flores são chamadas de **díclinas**.

Em algumas plantas, as flores não se desenvolvem isoladas nos ramos, como é mais comum, e sim agrupadas, formando estruturas denominadas **inflorescências**, como é o caso da margarida e do girassol.



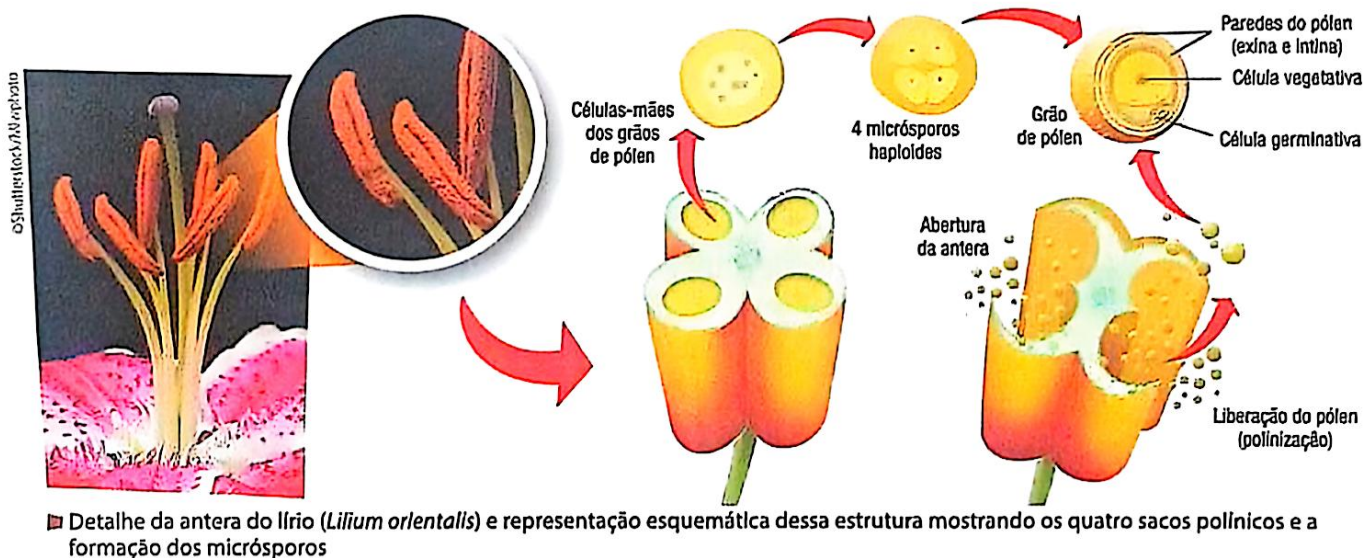
■ Margarida (*Leucanthemum vulgare*) e detalhe da estrutura da inflorescência

Formação do grão de pólen

As diferentes espécies de angiospermas apresentam grãos de pólen com tamanho, forma e estrutura celular característicos. Analisando um corte transversal de uma antera jovem, observa-se que ela é constituída por duas porções arredondadas. Cada uma delas apresenta dois sacos polínicos (microsporângios), nos quais se encontram as células-mães (diploides) dos microsporos, que originam os grãos de pólen.

Essas células-mães realizam a meiose espórica, formando os microsporos, que são esporos haploides. Em seguida, cada microsporo realiza uma mitose, formando duas células: a **célula vegetativa**, que é responsável pela formação do tubo polínico, e a **célula germinativa** ou reprodutora, que é menor e cuja finalidade é a formação dos gametas masculinos, denominados núcleos gaméticos. Com isso, ocorre a formação do **grão de pólen**, estrutura bicelular que é envolvida por uma membrana dupla e constitui o **gametófito masculino imaturo**.

Quando a antera amadurece, os dois sacos polínicos desaparecem, restando uma cavidade cheia de grãos de pólen, denominada **câmara polínica**. Ao abrir, a antera libera o pólen, que é transportado por meio da polinização.



Formação do saco embrionário

Dentro de cada carpelo, existe uma região dilatada na base, denominada **ovário**, que forma um ou mais óvulos em seu interior. Nas angiospermas, os óvulos apresentam um tecido interno protegido por dois tegumentos: o externo ou **primina** e o interno ou **secundina**. Entre esses tecidos protetores, há uma abertura de passagem do tubo polínico chamada **micrópila**.

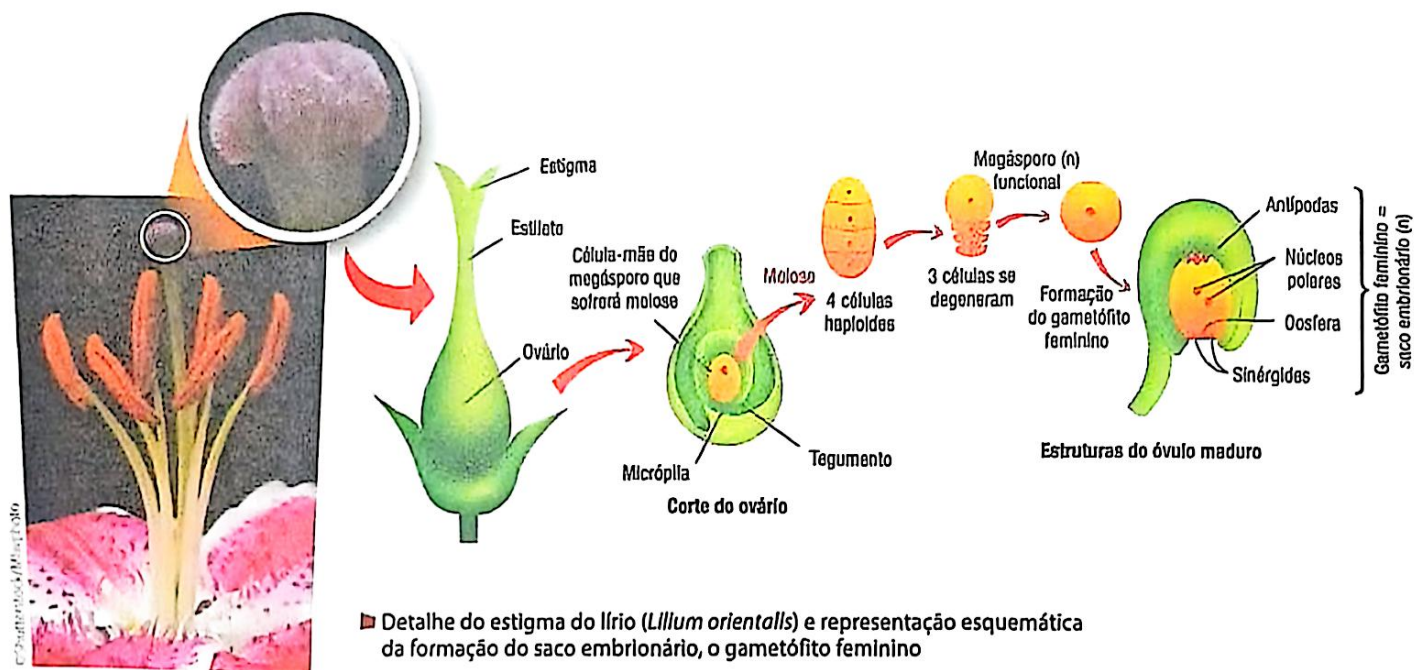
No interior do óvulo (megasporângio), existe a célula-mãe do megásporo ($2n$), que realiza meiose originando quatro células haploides (n). Destas, apenas uma sobrevive: o **megásporo funcional** (haploide), as outras três se degeneram. O megásporo cresce bastante e seu núcleo haploide realiza uma sequência de três divisões mitóticas, formando oito novas células haploides.

Após toda essa organização, forma-se o **saco embrionário**, correspondente ao **gametófito feminino**. Nessa estrutura, existem sete células:

- uma delas é binucleada e situa-se no centro. Como seus núcleos originaram-se da região polar, denominam-se **núcleos polares**;
- três **antípodas** em um dos polos;
- duas **sinérgides** próximas à micrópila;
- uma **oosfera**, considerada o gameta feminino.

As antípodas e as sinérgides não apresentam função reprodutiva, a qual é executada pela **oosfera**.

As sinérgides participam indiretamente da fecundação, atraindo o tubo polínico. Ao final da fecundação, as antípodas e as sinérgides se degeneram.



Formação do tubo polínico

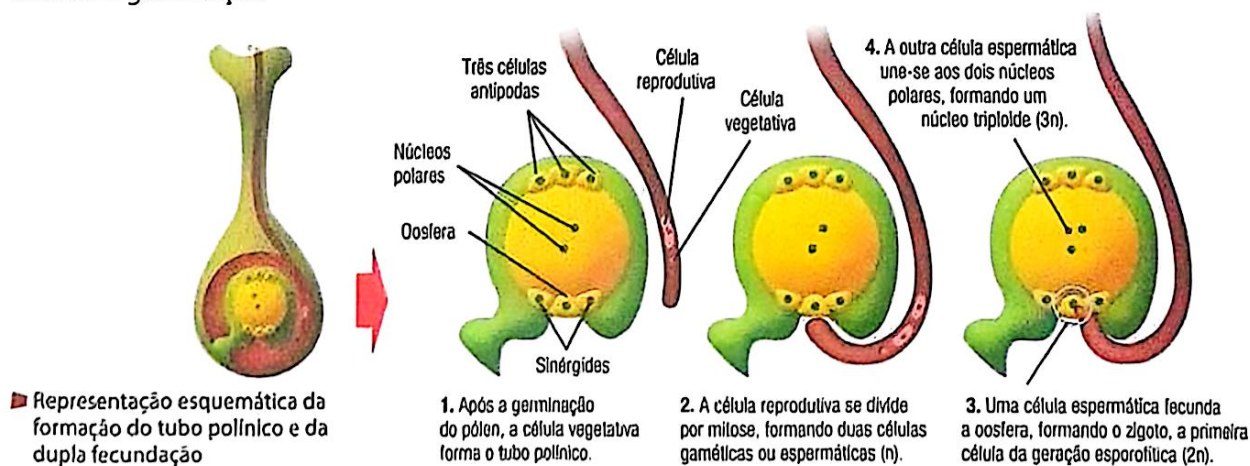
A parede mais externa do grão de pólen apresenta rugosidades que facilitam sua aderência ao estigma. Ao entrar em contato com o estigma, o pólen germina e a célula vegetativa comanda a formação do tubo polínico.

Durante a formação do tubo polínico, o núcleo da célula germinativa realiza uma mitose, originando duas células gaméticas (espermáticas) haploides, também chamadas de **núcleos gaméticos**, que funcionam como gametas masculinos. Esses dois gametas são transportados pelo tubo polínico, passam pela micrópila e são encaminhados para o interior do saco embrionário (gametófito feminino), onde ocorre a fecundação.

É importante destacar que a germinação do pólen ocorre somente entre plantas da mesma espécie.

Fecundação

Nas angiospermas, ocorre **dupla fecundação**. Assim, quando os gametas masculinos atingem o saco embrionário, cada um deles segue um caminho: um dos núcleos espermáticos fecunda a oosfera, dando origem ao **zigoto** (embrião), e o outro funde-se com os dois núcleos polares, originando o **endosperma triploide** ($3n$), que nutrirá o embrião durante a germinação.



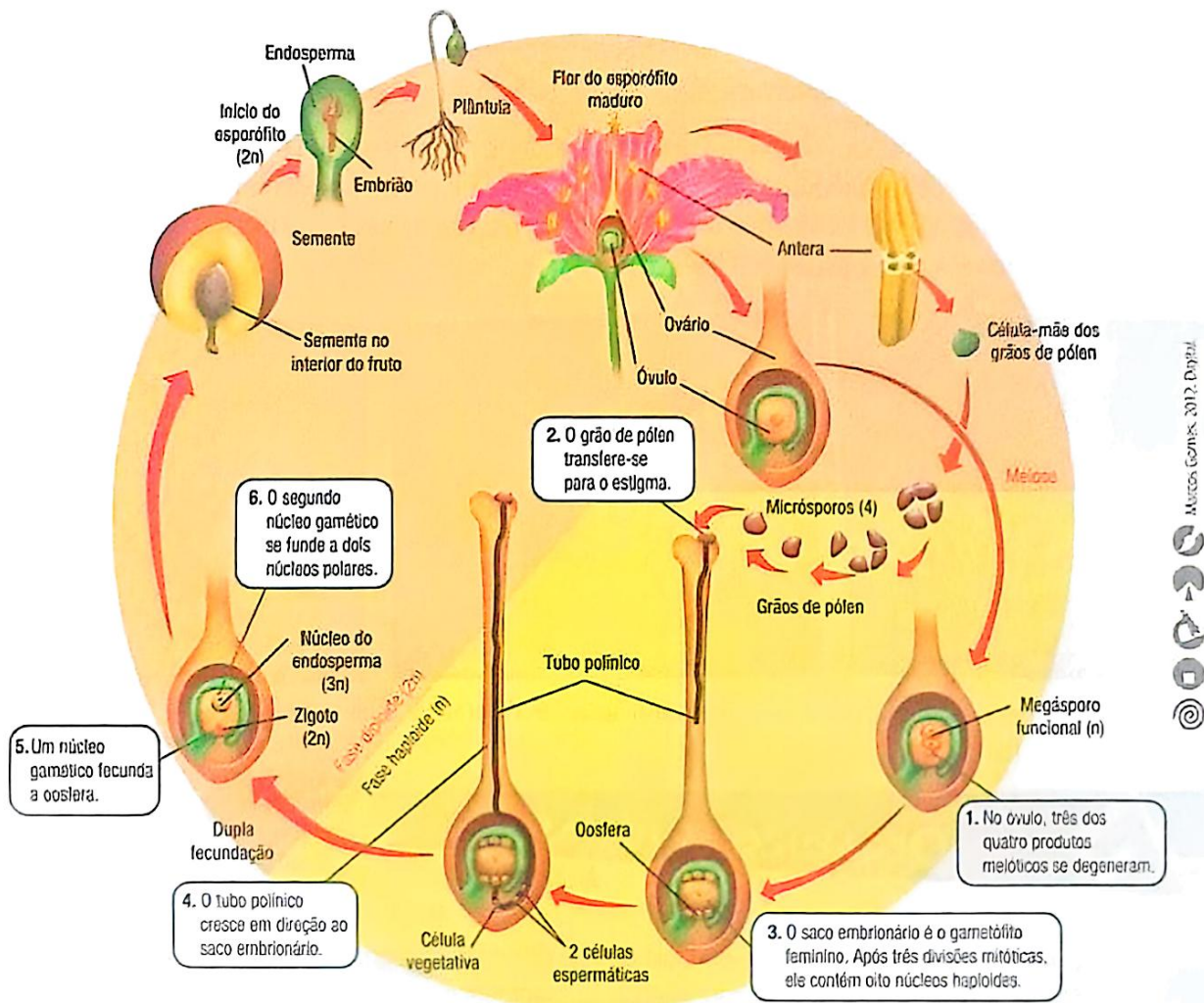
Ciclo de vida das angiospermas

Com a formação dos grãos de pólen nas anteras e o desenvolvimento do saco embrionário no carpelo, pode ocorrer o processo reprodutivo sexuado das angiospermas.

Após a dupla fecundação, o zigoto ($2n$) realiza diversas mitoses, originando o **embrião** da semente. O núcleo triploide ($3n$) também se divide, formando o **endosperma** ou **albúmen**, que constitui o tecido nutritivo desse embrião.

À medida que o embrião se desenvolve, verifica-se que os envoltórios do óvulo se transformam no revestimento da semente, contendo o endosperma e o embrião. As paredes do ovário originam o fruto, processo que só ocorre nas angiospermas, porque apresentam ovário que envolve o(s) óvulo(s). Durante essas transformações, as sépalas e as pétalas murcham e caem, pois já cumpriram as funções de proteção e atração dos agentes polinizadores.

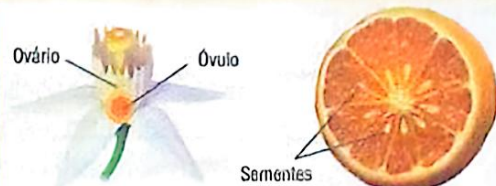
O ciclo de alternância de fases das angiospermas se completa quando o embrião (esporófito jovem) da semente germina, originando a planta adulta com raiz, caule e folhas, que constituem o esporófito diploide desenvolvido.



Representação esquemática do ciclo reprodutivo de uma angiosperma, que culmina com a formação do fruto e da semente

Após a fecundação, o ovário origina o **fruto**, e os óvulos formam as **sementes**.

Os óvulos fecundados transformam-se em **sementes** no interior do fruto



O ovário da flor cresce e transforma-se em **fruto**

Polinização

Compreende o transporte dos grãos de pólen da antera ao estigma. Algumas flores realizam a autopolinização, em que o pólen passa diretamente do estame ao carpelo da mesma flor, a qual deve ser **monóclina** (hermafrodita). No entanto, mesmo a maioria das flores sendo monóclina, a polinização mais comum é a cruzada ou indireta, que possibilita a ocorrência de diferentes combinações genéticas entre as espécies. Nesse caso, os agentes polinizadores transportam os grãos de pólen de uma planta a outra, assegurando maior eficiência na reprodução.

Os agentes polinizadores mais comuns são o vento (anemofilia), os pássaros (ornitofilia), os insetos (entomofilia), os morcegos (quiropterofilia) e a água (hidrofilia). Há ainda a polinização artificial realizada pelo ser humano (antropofilia). Além destes, os moluscos (malacofilia), como alguns caramujos, podem realizar polinização.

De modo geral, as flores polinizadas pelo vento são menos vistosas, não apresentam nectários, têm estigmas com maior superfície e, principalmente, produzem uma quantidade maior de pólen. Na polinização por insetos, o mais importante é que as pétalas sejam odoríferas e o nectário produza bastante néctar. Para a ornitofilia, além de nectário abundante, é imprescindível a presença de pétalas vistosas.



Insetos, pássaros e morcegos são agentes polinizadores que podem ser atraídos pelo néctar, cores e aromas das flores.

Organize as ideias

- Construa uma tabela indicando qual estrutura do ciclo de vida dos diferentes grupos de plantas estudados (briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas) corresponde ao esporófito e ao gametófito.

Atividades

1. As gimnospermas foram o primeiro grupo de plantas a se desenvolver em ambiente terrestre sem a necessidade de um ambiente úmido para sobreviver. Escreva quais características dessas plantas possibilitaram essa mudança.

Diagrama de uma ramificação de uma planta com quatro pontos numerados 1, 2, 3 e 4. Linhas horizontais indicam a presença de flores e frutos no ponto 4, sementes no ponto 3 e vasos condutores de seiva no ponto 2.

(01) No processo evolutivo, as angiospermas são o primeiro grupo a apresentar flor, estrutura reprodutiva que se forma a partir do desenvolvimento do óvulo.

a) briófitas.
b) pteridófitas.

c) gimnospermas.
d) angiospermas.



Benefício mútuo

Ganho de produtividade com polinização por abelhas representa 10% do valor da produção agrícola mundial

A humanidade explora colônias de abelhas produtoras de mel desde a pré-história, mas só nos últimos anos se deu conta de que a importância desses insetos vai muito além da produção do poderoso adoçante natural. "O mel é, na verdade, um subproduto com valor pequeno quando comparado ao do serviço de polinização prestado pelas abelhas", afirmou Vera Lucia Imperatriz Fonseca, professora da Universidade de São Paulo (USP) [...]. Ao transportar pólen de uma flor a outra, continuou a bióloga, as abelhas aumentam a fecundação das plantas e geram um ganho de produtividade em diferentes culturas que corresponde a quase 10% do valor da produção agrícola mundial.

[...]

Embora a demanda pelos serviços de polinização das abelhas aumente na mesma medida em que cresce a produção agrícola mundial, os ambientes favoráveis à manutenção desses insetos diminuem a cada ano. Mudanças ambientais, aparentemente, estão por trás de um fenômeno recente batizado como desordem do colapso das colônias, que tem causado o sumiço

repentino de abelhas. A síndrome do desaparecimento das abelhas foi detectada pela primeira vez em 2007 nos países do Hemisfério Norte e atualmente está associada a perda de quase 30% das colônias de *Apis mellifera* por ano. Por causa desse problema, que também atinge a Europa e em 2011 chegou ao Brasil, agricultores passaram a importar abelhas melíferas de outras regiões para polinizar suas plantações.

[...]

Entre os fatores apontados como causa do desaparecimento das abelhas estão o uso inadequado de herbicidas e pesticidas, o desmatamento seguido da ocupação do solo por extensas monoculturas e a migração de colônias para a polinização agrícola. "O pesticida, quando não mata a abelha, a deixa fraca e reduz o tempo da atividade forrageira (busca de alimento)", explicou.

[...]

Esse cenário tende a piorar com a chegada de um novo vilão: as mudanças climáticas globais. Isso porque os polinizadores, assim como as plantas que os mantêm, se distribuem por certa região sob a influência da temperatura e das chuvas.

[...]

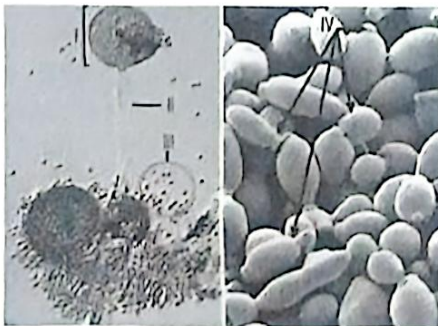
TOLEDO, Karina. Benefício mútuo. *Pesquisa Fapesp*, São Paulo, ed. 218, p. 70-73, abr. 2014.

Com base no texto, discuta com os colegas e o professor sobre a importância da polinização no ciclo de vida das angiospermas. De que maneira as mudanças ambientais, como o aquecimento global, podem interferir no desenvolvimento dos diferentes grupos de plantas?



Hora de estudo

1. (UFV – MG) Observe abaixo as fotos da microscopia de dois tipos de fungos e a numeração I, II, III e IV indicada.



Assinale a afirmativa incorreta.

- a) III indica os aplanósporos que são adaptados à disseminação pelo ar.
- b) I indica um esporângio em cujo interior se formam esporos haploides.
- c) II indica uma hifa especial que cresce ereta, chamada de esporangióforo.
- d) IV indica forma sexuada por gemulação de leveduras formando brotos.

2. (FMJ – SP) *Champignons*, *shimeji* e *shiitake* são alguns tipos de fungos comestíveis. A parte comestível desses fungos recebe o nome de corpo de frutificação e é organizado por várias hifas. Muitos desses fungos são colocados sobre a serragem tratada e crescem em ambiente escuro.

- a) Explique a importância do corpo de frutificação para esses fungos e a razão de eles não precisarem de ambiente iluminado para crescer.
- b) Explique como eles aproveitam a matéria orgânica presente na serragem, citando as estruturas que absorvem os nutrientes.

3. (UNICAMP – SP) Considere os seguintes componentes celulares:

- I. parede celular
- II. membrana nuclear
- III. membrana plasmática
- IV. DNA

É correto afirmar que as células de

- a) fungos e protozoários possuem II e IV.
- b) bactérias e animais possuem I e II.
- c) bactérias e protozoários possuem II e IV.
- d) animais e fungos possuem I e III.

4. (UDESC) Analise as proposições em relação aos fungos.

- I. Os basidiomicetos são fungos conhecidos como cogumelos e orelhas-de-pau por apresentarem o corpo de frutificação denominado basidiocarpo, a exemplo, *champignon*.
- II. Os deuteromicetos são fungos com corpos de frutificação em forma de base, formando projeções denominadas basidiósporos, os quais darão origem aos micélios, a exemplo, os bolores.
- III. Os ascomicetos são fungos que possuem asco (saco), onde são formados os esporos na reprodução sexuada, a exemplo, o *Saccharomyces cerevisiae* usado na fabricação de bebidas alcoólicas.
- IV. Os zigomicetos são fungos autotróficos filamentosos que vivem no solo como decompositores ou parasitas e apresentam estrutura assexuada característica denominada zigosporângio.

Assinale a alternativa correta.

- a) () Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
- b) () Somente as afirmativas III e IV são verdadeiras.

- c) () Somente as afirmativas I, II e III são verdadeiras.
- d) () Somente as afirmativas I, II e IV são verdadeiras.
- e) () Todas as afirmativas são verdadeiras.

5. (FATEC – SP)

Falta de espaço, problemas de armazenamento e umidade. Esses foram os três fatores que levaram ao descarte de 20 mil dos 35 mil livros da Biblioteca Pública Municipal Professor Bruno Enei, em Ponta Grossa (PR). Depois de dois laudos, que comprovaram a existência de fungos nos livros, todos os exemplares contaminados serão incinerados.

(<<http://tinyurl.com/12pt6vz>>. Acesso em: 09.09.2013. Adaptado)

Outro fator que possibilitou o crescimento dos fungos, no interior da biblioteca, foi a disponibilidade de

- a) matéria inorgânica, empregada na impressão dos livros, a qual é utilizada para a produção de alimento pelos fungos, visto que eles são seres autotróficos quimiossintetizantes.
 - b) calor, fornecido pelo microambiente interno dos livros, necessário para o desencadeamento de reações químicas, visto que os fungos são seres autotróficos quimiossintetizantes.
 - c) luminosidade, fornecida pelas lâmpadas do local, a qual é necessária para a síntese de compostos utilizados como alimento, visto que os fungos são seres autotróficos fotossintetizantes.
 - d) matéria orgânica, fornecida pelas próprias páginas dos livros, a qual é necessária para a sobrevivência desses organismos, visto que os fungos são seres heterotróficos.
 - e) gás carbônico, presente no ar que circula pela biblioteca, o qual fornece energia e alimento aos fungos, visto que eles são seres heterotróficos.
6. (ENEM) Na região sul da Bahia, o cacau tem sido cultivado por meio de diferentes sistemas. Em um deles, o convencional, a primeira etapa de preparação do solo corresponde à retirada da mata e à queimada dos tocos e das raízes. Em seguida, para o plantio da quantidade máxima de cacau na área, os pés de cacau são plantados próximos uns dos outros. No cultivo pelo sistema chamado cabruca, os pés de cacau são abrigados entre as plantas de maior porte, em espaço aberto criado pela derrubada apenas das plantas de pequeno porte.

Os cacaueiros dessa região têm sido atacados e devastados pelo fungo chamado vassoura-de-bruxa, que se reproduz em ambiente quente e úmido por meio de esporos que se espalham no meio aéreo.

As condições ambientais em que os pés de cacau são plantados e as condições de vida do fungo vassoura-de-bruxa, mencionadas acima, permitem supor-se que sejam mais intensamente atacados por esse fungo os cacaueiros plantados por meio do sistema

- a) convencional, pois os pés de cacau ficam mais expostos ao sol, o que facilita a reprodução do parasita.
- b) convencional, pois a proximidade entre os pés de cacau facilita a disseminação da doença.
- c) convencional, pois o calor das queimadas cria as condições ideais de reprodução do fungo.
- d) cabruca, pois os cacaueiros não suportam a sombra e, portanto, terão seu crescimento prejudicado e adoecerão.
- e) cabruca, pois, na competição com outras espécies, os cacaueiros ficam enfraquecidos e adoecem mais facilmente.

7. (UEG – GO) A micologia é ramo da Biologia que estuda os fungos. Esses organismos são popularmente conhecidos como leveduras, bolores, mofo, orelhas-de-pau e cogumelos. Sobre esse grupo, é correto afirmar.

- a) Os fungos vivem em diversos ambientes, com predominância em locais ricos em matéria orgânica e, assim como as algas, desempenham um importante papel ecológico na realização da fotossíntese.
- b) Algumas espécies de fungos são utilizadas pelos seres humanos, pois apresentam importante potencial econômico voltado à alimentação, à produção de medicamentos e de diversas enzimas.
- c) Os fungos, pertencentes ao Reino Fungi, possuem hifas e se caracterizam, assim como as plantas, pela presença de parede celular constituída de celulose.
- d) Os fungos são importantes decompositores de matéria orgânica, e, no processo de decomposição, liberam O_2 para a atmosfera.

8. (UEL – PR) As micoses de pele, como “frieira” ou “pé de atleta”, são causadas por fungos deuteromicetos

que se desenvolvem no calor e na umidade. Os medicamentos antimicóticos de uso externo de aplicação sobre a pele, como é o caso de pomadas e cremes, agem impedindo a proliferação dos fungos.

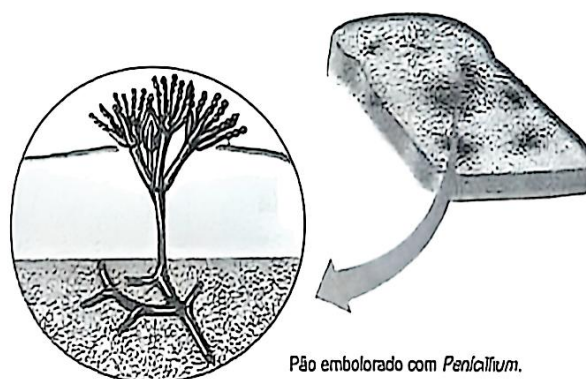
Com base nessas informações, considere as ações dos fármacos ativos desses medicamentos sobre as micoses:

- I. Degradam o polissacarídeo nitrogenado quitina da parede celular.
- II. Impedem a formação das membranas dos cloroplastos.
- III. Fragmentam a molécula de DNA dispersa no citoplasma.
- IV. Digerem o glicogênio utilizado como reserva de energia.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas I e IV são corretas.
- b) Somente as afirmativas II e III são corretas.
- c) Somente as afirmativas III e IV são corretas.
- d) Somente as afirmativas I, II e III são corretas.
- e) Somente as afirmativas I, II e IV são corretas.

9. (UEG – GO) Observe a figura a seguir e faça o que se pede.

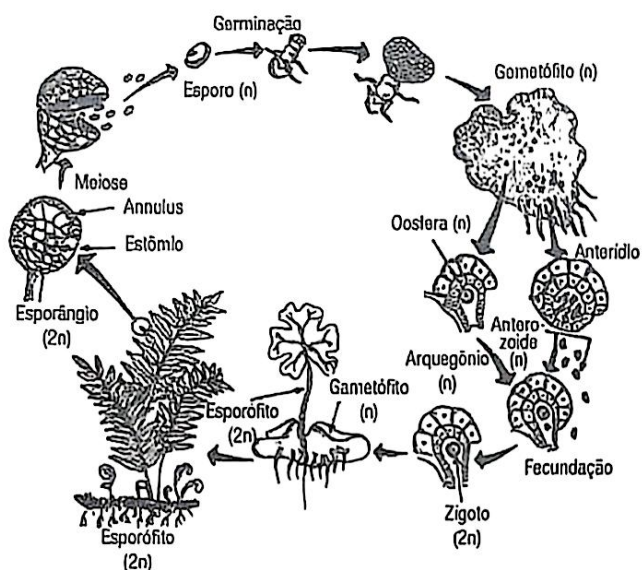


Pão embolorado com *Penicillium*.

UZUNIAN; BIRNER. *Biologia*. São Paulo: Harbra, 2002. v. 2, p. 95.

- a) O organismo representado na figura pertence ao Reino Fungi. Cite duas características que são fundamentais para a sua inclusão nesse reino.
- b) Qual é a principal forma de reprodução apresentada pelo “bolor do pão”?

10. (IFNMG) O ciclo de vida de uma pteridófita está esquematizado na ilustração.

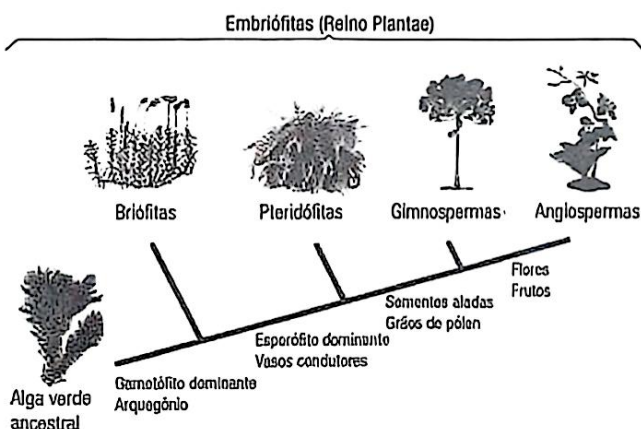


Fonte: RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Biologia Vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

A partir da análise das etapas que integram o ciclo, pode-se afirmar que

- o gametófito depende nutricionalmente do esporófito.
- a haploidia caracteriza o esporófito durante toda a sua existência.
- o encontro dos gametas ocorre em pequenas poças ou riachos.
- o desenvolvimento de órgãos sexuais diferenciados se dá na fase gametofítica.

11. (ENEM) A imagem representa o processo de evolução das plantas e algumas de suas estruturas. Para o sucesso desse processo, a partir de um ancestral simples, os diferentes grupos vegetais desenvolveram estruturas adaptativas que lhes permitiram sobreviver em diferentes ambientes.

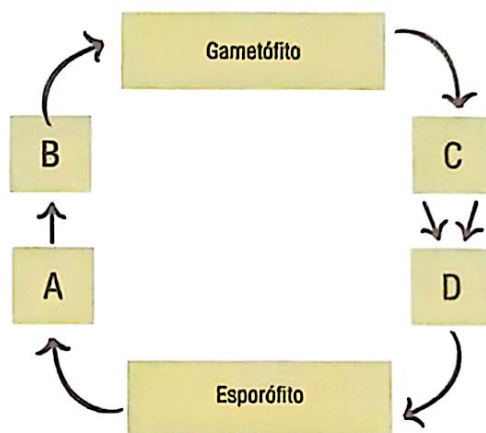


Disponível em: <<http://biopibidufsj.blogspot.com>>. Acesso em: 29 fev. 2012 (adaptado).

Qual das estruturas adaptativas apresentadas contribuiu para uma maior diversidade genética?

- As sementes aladas, que favorecem a dispersão aérea.
- Os arquegônios, que protegem o embrião multicelular.
- Os grãos de pólen, que garantem a polinização cruzada.
- Os frutos, que promovem uma maior eficiência reprodutiva.
- Os vasos condutores, que possibilitam o transporte da seiva bruta.

12. Analise o esquema a seguir, relacionado ao ciclo de vida das plantas em geral, e responda às questões.

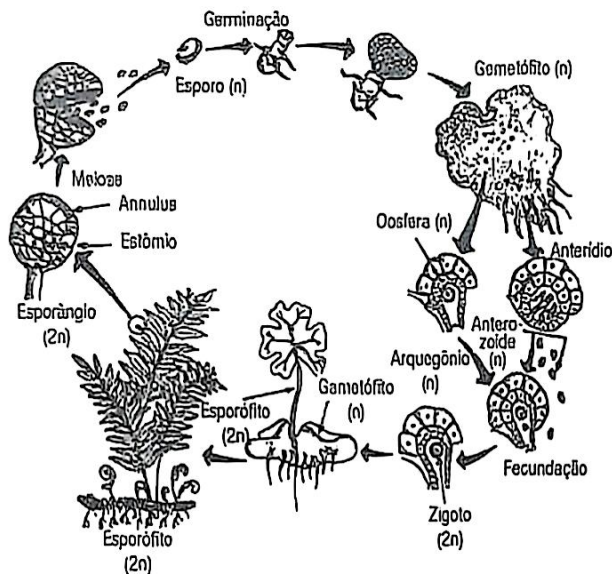


- Que processo de divisão celular ocorre em A?
- Quais estruturas, produzidas a partir do processo A, são representadas pela letra B?
- Quais estruturas correspondem à letra C?
- Que processo ocorre em D?
- O esporófito e o gametófito são haploides ou diploides?

13. (UEA – AM) Comparando briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas, pode-se perceber, na evolução das primeiras para as últimas,

- a redução do gametófito, que se tornou dependente do esporófito.
- a substituição dos esporos por gametas no processo reprodutivo.
- a redução da geração esporofítica em relação à gametofítica.
- a substituição da reprodução assexuada pela reprodução sexuada.
- o crescente predomínio dos gametófitos sobre os esporófitos.

10. (IFNMG) O ciclo de vida de uma pteridófita está esquematizado na ilustração.

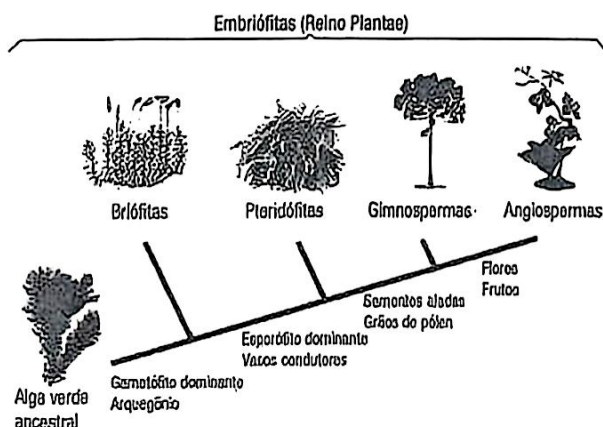


Fonte: RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Biologia Vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

A partir da análise das etapas que integram o ciclo, pode-se afirmar que

- o gametófito depende nutricionalmente do esporófito.
- a haploidia caracteriza o esporófito durante toda a sua existência.
- o encontro dos gametas ocorre em pequenas poças ou riachos.
- o desenvolvimento de órgãos sexuais diferenciados se dá na fase gametofítica.

11. (ENEM) A imagem representa o processo de evolução das plantas e algumas de suas estruturas. Para o sucesso desse processo, a partir de um ancestral simples, os diferentes grupos vegetais desenvolveram estruturas adaptativas que lhes permitiram sobreviver em diferentes ambientes.

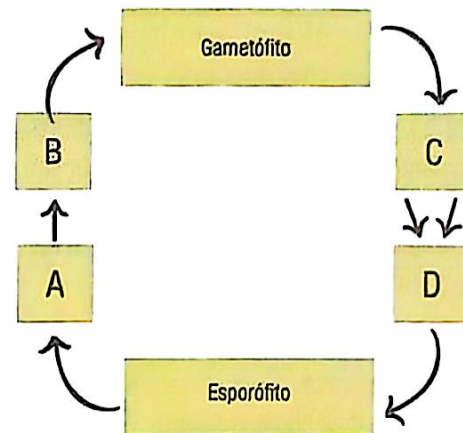


Disponível em: <http://biopibidufsj.blogspot.com>. Acesso em: 29 fev. 2012 (adaptado).

Qual das estruturas adaptativas apresentadas contribuiu para uma maior diversidade genética?

- As sementes aladas, que favorecem a dispersão aérea.
- Os arquegônios, que protegem o embrião multicelular.
- Os grãos de pólen, que garantem a polinização cruzada.
- Os frutos, que promovem uma maior eficiência reprodutiva.
- Os vasos condutores, que possibilitam o transporte da seiva bruta.

12. Analise o esquema a seguir, relacionado ao ciclo de vida das plantas em geral, e responda às questões.



- Que processo de divisão celular ocorre em A?
- Quais estruturas, produzidas a partir do processo A, são representadas pela letra B?
- Quais estruturas correspondem à letra C?
- Que processo ocorre em D?
- O esporófito e o gametófito são haploides ou diploides?

13. (UEA – AM) Comparando briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas, pode-se perceber, na evolução das primeiras para as últimas,

- a redução do gametófito, que se tornou dependente do esporófito.
- a substituição dos esporos por gametas no processo reprodutivo.
- a redução da geração esporofítica em relação à gametofítica.
- a substituição da reprodução assexuada pela reprodução sexuada.
- o crescente predomínio dos gametófitos sobre os esporófitos.

14. (ENEM) Fenômenos biológicos podem ocorrer em diferentes escalas de tempo. Assinale a opção que ordena exemplos de fenômenos biológicos do mais lento para o mais rápido.

- a) Germinação de uma semente, crescimento de uma árvore, fossilização de uma samambaia.
- b) Fossilização de uma samambaia, crescimento de uma árvore, germinação de uma semente.
- c) Crescimento de uma árvore, germinação de uma semente, fossilização de uma samambaia.
- d) Fossilização de uma samambaia, germinação de uma semente, crescimento de uma árvore.
- e) Germinação de uma semente, fossilização de uma samambaia, crescimento de uma árvore.

15. (UFMT) Matheus retirou um grão de milho de uma espiga e plantou-o em um vaso com terra úmida. Depois de alguns dias, esse grão deu origem a uma planta. Diante desse fato, esse grão de milho formado na espiga corresponde a

- a) um fruto, e para isso houve a formação do tubo polínico com dois núcleos espermáticos, fecundação da oosfera e dos núcleos polares e desenvolvimento do óvulo e do ovário.
- b) um fruto, e para isso houve a formação do tubo polínico com dois núcleos espermáticos, houve apenas a fecundação da oosfera e ocorreu o desenvolvimento do óvulo e do ovário.
- c) um fruto, e para isso houve a formação do tubo polínico com um núcleo espermático, houve a fecundação da oosfera e dos núcleos polares e apenas o ovário se desenvolveu.
- d) uma semente, e para isso houve a formação do tubo polínico com dois núcleos espermáticos, houve a fecundação da oosfera e dos núcleos polares e ocorreu o desenvolvimento apenas do óvulo.
- e) uma semente, e para isso houve a formação do tubo polínico com dois núcleos espermáticos, houve a fecundação dos núcleos polares e ocorreu o desenvolvimento apenas do ovário.

16. (ENEM) Caso os cientistas descobrissem alguma substância que impedisse a reprodução de todos os insetos, certamente nos livraríamos de várias doenças em que esses animais são vetores. Em compensação teríamos grandes problemas como a diminuição

drástica de plantas que dependem dos insetos para polinização, que é o caso das

- a) algas.
- b) briófitas como os musgos.
- c) pteridófitas como as samambaias.
- d) gimnospermas como os pinheiros.
- e) angiospermas como as árvores frutíferas.

17. (PUCPR)

Palinologia é a ciência que estuda grãos de pólen, esporos e demais microfósseis. Está baseada no fato de que cada espécie vegetal possui um único tipo de grão de pólen ou esporo. O conhecimento e identificação dos esporomorfos propiciam sua utilização em várias áreas.

Fonte: <<http://www.ulbra.br/palinologia/palinologia.htm>>. Acesso em: 2 set. 2013.

Sabendo que as sementes e o pólen são adaptações essenciais à vida das plantas em ambientes terrestres, é correto afirmar.

- a) Para atrair os agentes polinizadores bióticos, as espécies vegetais oferecem recompensas, pólen, néctar, óleos ou mesmo odores, utilizadas na alimentação ou reprodução dos animais como, por exemplo, a polinização que ocorre pela ação das abelhas em briófitas.
- b) As anteras das pteridófitas são órgãos pouco visíveis, por isso a polinização se dá através da água.
- c) A polinização é a transferência de grãos de pólen das anteras de uma flor para o estigma (parte do aparelho reprodutor feminino) da mesma flor ou de uma outra flor da mesma espécie. A polinização cruzada favorece o aumento da variabilidade genética.
- d) Gimnospermas e angiospermas possuem sementes. As sementes derivam dos ovários não fecundados e apresentam um número diploide de cromossomos.
- e) Até o surgimento das sementes, o grão de pólen era o único estágio de proteção no ciclo de vida das plantas. Os esporos são formados por mitose e permanecem dentro das sementes das gimnospermas.